

UNTERSUCHUNGEN ZUR BEZIEHUNG
ZWISCHEN β -CAROTIN IM BLUT UND
IN DER MILCH BEI KÜHEN

Reinhard Stampfer

—
1982
—

Aus dem Institut für Physiologie, Physiologische Chemie
und Ernährungsphysiologie
(Vorstand: Prof.Dr.H.Zucker)
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

UNTERSUCHUNGEN ZUR BEZIEHUNG ZWISCHEN β -CAROTIN IM BLUT
UND IN DER MILCH BEI KÜHEN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig - Maximilians - Universität
München

von

Reinhard Stampfer
aus
Wellheim

München 1982

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. G. Terplan

Referent: Prof. Dr. H. Zucker

Korreferent: Prof. Dr. Dr. habil. U. Matis

Tag der Promotion: 30. Juli 1982



DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

1. Einleitung	1
2. Darstellung	2
2.1 Darstellung des Gegenstandes	2
2.1.1 Thema	2
2.1.2 Verhältnis des Gegenstandes zu anderen	3
2.1.3 Verhältnis des Gegenstandes zu sich selbst	4
2.1.4 Zusammenfassung über die Misch der drei	5
2.2 Ergebnisse	10
2.2.1 Ergebnis	10
2.2.2 Ergebnis	11
3. Zusammenfassung	12
3.1 Zusammenfassung	12
3.1.1 Zusammenfassung	12
3.1.2 Zusammenfassung und Zusammenfassung	13
3.1.3 Zusammenfassung	14
3.1.4 Die Zusammenfassung in der	15
3.1.5 Die Zusammenfassung in der	16
3.1.6 Die Zusammenfassung in der	17
3.1.7 Zusammenfassung	18
3.2 Ergebnisse	19
3.3 Zusammenfassung des Gegenstandes und des	20
4. Zusammenfassung	21
5. Zusammenfassung	22
6. Zusammenfassung	23
7. Zusammenfassung	24
8. Zusammenfassung	25
9. Zusammenfassung	26
10. Zusammenfassung	27
11. Zusammenfassung	28
12. Zusammenfassung	29
13. Zusammenfassung	30
14. Zusammenfassung	31
15. Zusammenfassung	32
16. Zusammenfassung	33
17. Zusammenfassung	34
18. Zusammenfassung	35
19. Zusammenfassung	36
20. Zusammenfassung	37
21. Zusammenfassung	38
22. Zusammenfassung	39
23. Zusammenfassung	40
24. Zusammenfassung	41
25. Zusammenfassung	42
26. Zusammenfassung	43
27. Zusammenfassung	44
28. Zusammenfassung	45
29. Zusammenfassung	46
30. Zusammenfassung	47
31. Zusammenfassung	48
32. Zusammenfassung	49
33. Zusammenfassung	50
34. Zusammenfassung	51
35. Zusammenfassung	52
36. Zusammenfassung	53
37. Zusammenfassung	54
38. Zusammenfassung	55
39. Zusammenfassung	56
40. Zusammenfassung	57
41. Zusammenfassung	58
42. Zusammenfassung	59
43. Zusammenfassung	60
44. Zusammenfassung	61
45. Zusammenfassung	62
46. Zusammenfassung	63
47. Zusammenfassung	64
48. Zusammenfassung	65
49. Zusammenfassung	66
50. Zusammenfassung	67
51. Zusammenfassung	68
52. Zusammenfassung	69
53. Zusammenfassung	70
54. Zusammenfassung	71
55. Zusammenfassung	72
56. Zusammenfassung	73
57. Zusammenfassung	74
58. Zusammenfassung	75
59. Zusammenfassung	76
60. Zusammenfassung	77
61. Zusammenfassung	78
62. Zusammenfassung	79
63. Zusammenfassung	80
64. Zusammenfassung	81
65. Zusammenfassung	82
66. Zusammenfassung	83
67. Zusammenfassung	84
68. Zusammenfassung	85
69. Zusammenfassung	86
70. Zusammenfassung	87
71. Zusammenfassung	88
72. Zusammenfassung	89
73. Zusammenfassung	90
74. Zusammenfassung	91
75. Zusammenfassung	92
76. Zusammenfassung	93
77. Zusammenfassung	94
78. Zusammenfassung	95
79. Zusammenfassung	96
80. Zusammenfassung	97
81. Zusammenfassung	98
82. Zusammenfassung	99
83. Zusammenfassung	100

INHALTSVERZEICHNIS

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
1.1 Carotin und Carotinoide	1
1.1.1 Chemie	1
1.1.2 Vorkommen und Funktion in Pflanzen	4
1.1.3 Vorkommen und Verteilung im Tier	7
1.1.4 Ausscheidung über die Milch bei der Milchkuh	10
1.2 β -Carotin	12
1.2.1 Funktion im Tier	12
2. Problemstellung	15
3. Eigene Untersuchungen	15
3.1 Material und Methodik	15
3.1.1 Versuchstiere	15
3.1.2 Probennahme und Probenkonservierung	16
3.1.3 Datenerfassung	18
3.1.4 Die β -Carotinbestimmung im Blut	18
3.1.5 Die β -Carotinbestimmung in der Milch	19
3.1.6 Die Fettbestimmung der Milch	20
3.1.7 Biometrische Methoden	20
3.2 Ergebnisse	21
3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse und Dis- kussion	30
4. Zusammenfassung	36
Summary	38
Literaturverzeichnis	39

1. EINLEITUNG

1.1 Carotin und Carotinoide

1.1.1 Chemie -----

Carotinoide lassen sich in die eigentlichen Carotine und in die Xanthophylle unterteilen. Erstere bestehen nur aus C- und H-Atomen, während letztere außerdem Sauerstoff enthalten. Die Biosynthese der Carotinoide ist nur in Pflanzen möglich, der tierische Organismus ist zu geringen Abänderungen des Gerüsts befähigt.

Die Carotinoidsynthese geht von Acetyl-CoA aus und führt u.a. über Mevalonsäure - 5 - pyrophosphat und Isopentenylpyrophosphat ("aktives Isopren") zu Geranylgeranylpyrophosphat. Auf dieser Stufe kommt es zur Dimerisation von 2 C₂₀-Einheiten über Prephytoen zum Phytoen. Durch Einführen von weiteren Doppelbindungen entsteht Neurosporen und schließlich Lycopin. Von dieser Verbindung ausgehend können sämtliche Carotinoide gebildet werden. Schätzungen haben ergeben, daß die Natur jährlich etwa hundertmillionen Tonnen Carotinoide produziert (ISLER, 1977).

Die ersten Veröffentlichungen über Carotinoide erschienen bereits im Jahr 1820. KARRER klärte 1931 die Strukturen von β -Carotin und Vitamin A auf. Heute kennt man die Strukturen von über 400 und die genaue Konfiguration von über 50 Carotinoiden (ISLER, 1977). Zu den Carotinen gehört als wichtigste Verbindung das β -Carotin; hinzu kommen das α -, γ - und ϵ -Carotin sowie das Lycopin. Abb. 1 zeigt den Aufbau dieser Verbindungen.

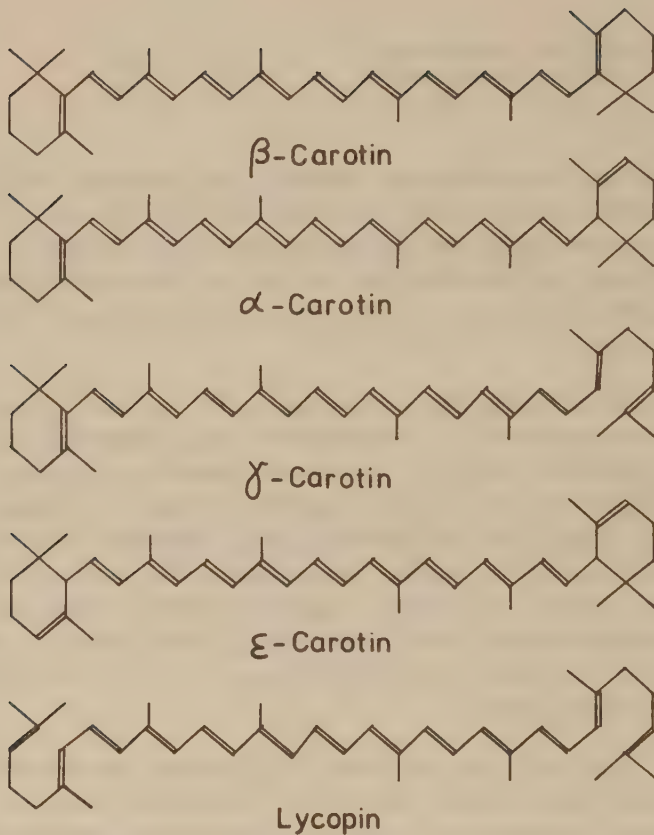


Abb.1. Einige wichtige Carotine.

Zu den wichtigsten Xanthophyllen gehören Lutein, Violaxanthin, Neoxanthin, Kryptoxanthin und Kanthaxanthin (Abb. 2).

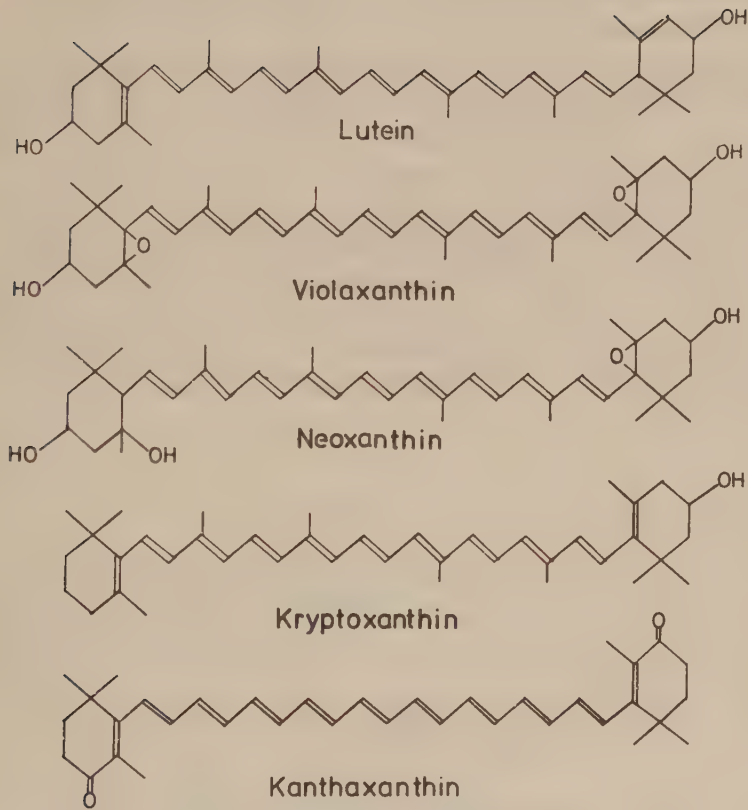


Abb.2. Einige wichtige Xanthophylle.

Die Ringe am Anfang und/oder Ende der Ketten teilt man ein in β -, α - und ψ -Iononringe (Abb.3).

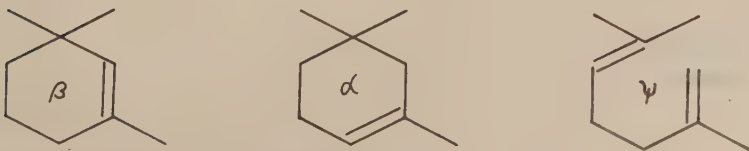


Abb.3. β -, α - und ψ - Iononring.

Nur Verbindungen mit mindestens einem β -Iononring können als Vorstufe von Vitamin A fungieren.

Die Carotinoide sind wegen ihrer konjugierten Doppelbindung meist rot oder gelb gefärbt. Untersuchungen mit Röntgenstrahlen ergaben, daß die lineare Polyenkette nicht nur eine Zickzack-Formation aufweist, sondern daß die gesamte Kette zusätzlich noch s-förmig gekrümmt ist (ISLER, 1977). Carotinoide sind für die Farben von zahlreichen Früchten, Gemüse, Wurzeln, Blumen und für die Laubverfärbung im Herbst verantwortlich. Das gleiche gilt für Butter, Eidotter, Algen, Pilze und Crustaceen. Ebenso verdanken das Fleisch von Fischen sowie Haut und Federn der Vögel ihre Farbe häufig bestimmten Carotinoiden.

1.1.2 Vorkommen und Funktion in Pflanzen

Pflanzliche Zellen enthalten im Gegensatz zu tierischen sogenannte "Plastiden". Bei den pigmenthaltigen Plastiden unterscheidet man Chromoplasten und Chloroplasten. Die Chromoplasten enthalten u.a. Carotinoide und sind photosynthetisch inaktiv. Durch ihre rote bis gelbe Farbe färben sie je nach Konzentration die einzelnen Pflanzenteile. Die Chloroplasten enthalten als Orte der Photosynthese hauptsächlich Chlorophyll und als Begleitstoffe Carotinoide. Über die Carotinoidsynthese in Pflanzen gibt es Untersuchungen u.a. von RAU (1975), RAU und SCHROTT (1979), MITZKA-SCHNABEL und RAU (1980), RAU (1980) und MITZKA-SCHNABEL und RAU (1981). Danach sind Carotinoide nicht nur in Pflanzen verbreitet, die zur Photosynthese befähigt sind, sondern bedingen auch die Farbe vieler Pilze und Bakterien. Die wichtigsten Aufgaben dieser weitverbreiteten Pigmente sind:

- Schutz gegen intensive Bestrahlung
- unterstützende Funktion bei der Photosynthese
- Blumen und Früchte werden durch sie für Tiere interessant
- Pilze benötigen sie für ihre geschlechtliche Vermehrung.

Die Carotinoidsynthese ist bei vielen Arten mehr oder weniger vom Licht abhängig, wobei eine Lichtsättigung nicht für alle untersuchten Arten nachgewiesen ist. Die Bildung von Carotinoiden findet in der Reihenfolge statt, die auch für den oben beschriebenen Syntheseweg vermutet wurde.

Die Aktionsspektren für diesen Vorgang sind für die einzelnen untersuchten Arten unterschiedlich, deshalb werden auch verschiedene Photorezeptoren angenommen. Bei *Neurospora crassa*, *Fusarium aquaeductum* und *Mycobakterium* spp. liegen die wirksamsten Wellenlängen zwischen 350 und 520 nm. Der passende Rezeptor ist wahrscheinlich ein Flavin oder ein Carotinoid. *Mycobakterium marinum* und *Myxococcus xanthus* zeigen ein Spektrum zwischen 300 und 600 nm - der Rezeptor scheint ein Porphyrin zu sein. Höhere Pflanzen schließlich benutzen möglicherweise Phytochrom als Photorezeptor.

Das eingestrahlte Licht bedingt einen photochemischen Prozeß, bei dem Sauerstoff eine bedeutende Rolle spielt, vermutlich als Elektronenakzeptor. Der erste Schritt der Photosynthese scheint deshalb ein Redoxvorgang zu sein (Abb. 4).

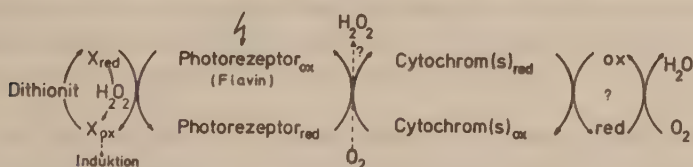


Abb. 4. Vermutete Vorgänge während der 'Primärreaktion'.

Die dabei entstehende Substanz X_{ox} oder eine Folgesubstanz ist, nach Untersuchungen zu schließen, bereits nach 20 Minuten stabilisiert, d.h. eine Hemmung des Rezeptors durch bestimmte Verbindungen (z.B. Dithionit) ist nach dieser Zeit bereits wirkungslos. Als Folge der Primärreaktion werden die Enzyme der Carotinoidsynthese mit ziemlicher Sicherheit de novo synthetisiert und zwar durch die de-novo-Synthese von m-RNS.

Wo findet nun die Synthese von Carotinoiden statt? Nach Inkubation von homogenisierten Myzelien von *N. crassa* mit

^{14}C - markierter Mevalonsäure und anschließender Fraktionierung der Zellbestandteile zeigte sich, daß ca. 80 % der Carotinoidbildungsaktivität in zwei Membranen gefunden wurde, die als Membranen des Endoplasmatischen Retikulums gelten. Die darüberschwimmende Fettschicht weist lediglich Spuren von Enzymaktivität auf. Eine davor mit demselben Pilz durchgeführte Untersuchung hatte ergeben, daß 58 % des Carotinoids sich in der Fettschicht wiederfand, daß aber beträchtliche Mengen ebenfalls in den beiden o.g. Membranfraktionen gefunden wurden. Aufgrund dieser Ergebnisse konnte man Orte der Synthese und Lagerung von Carotinoiden trennen. Jedoch gibt es Hinweise, daß sich, in Bezug auf den Ort der Bioynthese, Bakterien, Pilze und höhere Pflanzen zu unterscheiden scheinen. In höheren Pflanzen läuft sie vermutlich in den Thylakoidmembranen der Plastiden ab.

Die einzelnen Pflanzen enthalten natürlicherweise unterschiedliche Mengen von Carotinoiden, darüberhinaus noch unterschiedlich verteilt auf die einzelnen Pflanzenbestandteile. Meist sind 20 - 40 % der vorkommenden Carotinoide Carotine, davon ist mindestens 70 % β -Carotin, der Rest α - Carotin. An Xanthophyllen treten bei höheren Pflanzen hauptsächlich Lutein, Kryptoxanthin, Zeaxanthin, Violaxanthin, Flavoxanthin und Neoxanthin auf (aus FLASCHENTRÄGER und LEHNARTZ, 1966).

MOOSER (1953) führte Untersuchungen an Weidepflanzen verschiedener Höhenlagen durch. Er fand in Almproben bis zu 80 % mehr Carotin als in Gräsern, die im Tal gewachsen waren. Die Carotingehalte in frischen Futterpflanzen bewegen sich nach Angaben der NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (1971) zwischen 96,1 mg/kg Frischsubstanz beim Wiesenschwingel (*Festuca pratensis*) und 12,7 mg/kg Frischsubstanz beim Pferdemaïs (*Zea mais*) (FRIESECKE, 1978).

Diese Werte nehmen in der Trockensubstanz bei fortschreitendem Wachstum ab. Bei Weiterverarbeitung der frischen Futterpflanzen durch Heubereitung, Silieren oder künstlicher Trocknung ergeben sich Verluste im Carotingehalt. Deutliche Ab-

nahmen entstehen durch Lagerung der Futtermittel, wobei in Silage die Verluste geringer sein sollen (FRIESECKE, 1978).

1.1.3 Vorkommen und Verteilung im Tier

Über die Verdaulichkeit und Resorption von β -Carotin im Intestinum gibt es zahlreiche Veröffentlichungen. KLEE (1972) und HOPPE et al. (1972) fanden eine scheinbare Verdaulichkeit der Gesamtcarotinfraction zwischen 5,5 und 32 % und des β -Carotins zwischen 3 und 26,7 %. HJARDE et al. (1954) wiesen ebenfalls nach, daß 90 % des gefütterten Carotins in den Rinderfaeces erscheint. Dagegen stehen die Untersuchungen von WING (1969), der eine Carotinverdaulichkeit von 77,7 % errechnete, allerdings mit Hilfe von Cr_2O_3 und Chromogen als Indikatoren, wogegen die beiden vorhergenannten Autoren die Methode der quantitativen Kotsammlung anwendeten. Paradoxerweise wurden von einigen Untersuchern Verdaulichkeiten von über 100 % gefunden. KLEE (1972) glaubt in diesem Zusammenhang nicht an eine bakterielle Zubildung von Carotinoiden im Darm. ALMENDINGER and HINDS (1969) vermuteten, daß durch unvollständige Extraktion von β -Carotin aus bestimmten Anwelksilagen, diese zu hohe Verdaulichkeit vorgetauscht wird. Diskutiert, mit unterschiedlicher Versuchsanstellung und Ergebnissen, wird der Einfluß von nitratreicher Düngung auf die Carotinverwertung (TIEWS, 1963; JONES et al., 1966; HORN et al., 1975). GEBAUER (1962) gibt eine Übersicht über die Faktoren, die imstande sind, den Carotinhalt und die Carotinresorption zu beeinflussen (Abb. 5).

in der Pflanze	im Futter	im tierischen Organismus
Pflanzenart	Konservierungsart	Gesundheitszustand
Düngung	Lagerungszeit	Magen- Darm-Beschaffenheit
Standort	Lagerungsort	Resorption
Schnittzeit Einbringung Anwelkzeit Hemmstoffe	Gehalt an Stab- ilisatoren, an freien Fettsäuren, an Mineralien	Vorhandensein von Hemmstoffen, die bei der Verdauung im Darm- inhalt oder in der Schleimhaut gebildet werden

Abb. 5 Einflußfaktoren auf Carotingehalt und Carotin-resorption

Darüberhinaus fanden EATON et al. (1959) bei gleicher Fütterung eine höhere Carotinoidkonzentration im Plasma bei Kühen der Rasse Guernsey als bei Kühen der Rasse Holstein Friesian. KAPOOR and RANJHAN (1974) zeigten, daß Holstein- und Holstein x Harijana-Kühe Carotin besser absorbierten als Harijana-Kühe. Über das weitere Schicksal des Carotins nach der Resorption herrscht noch keine völlige Klarheit. Die einzelnen Tierarten weisen nämlich eine Reihe von charakteristischen Unterschieden bezüglich des Transportes der fettlöslichen Carotine im Plasma oder auch ihrer Ablagerung im Körperfett bzw. in der Leber auf. Pferd, Rind und Mensch führen einen Großteil der resorbierten Carotinoide, hauptsächlich β -Carotin, im Blutplasma mit. Die Lagerung erfolgt im Depotfett (Gelbfärbung) und in der Leber. Schaf, Ziege, Schwein, Hund, Katze, Meerschweinchen, Ratte und die meisten Kaninchenrassen besitzen diese Eigenschaft nicht; ihr Körperfett ist deshalb weiß (TIEWS, 1963). Innerhalb der einzelnen Schafrassen treten jedoch unterschiedlich oft Individuen auf, die statt des normalen weißen Körperfetts gelbes Depotfett aufweisen. HILL (1962) und CRANE and CLARE (1975) identifizierten die verantwortlichen Pigmente als

Xanthophylle. KARIJORD (1978) fand eine signifikante Beziehung zwischen dem Carotinoidgehalt des Plasmas und dem Carotinoidgehalt des Perirenalfettes bei norwegischen Schafen. Dabei veränderte sich der β -Carotingehalt des Plasmas im Vergleich zu Schafen mit weißem Körperfett nicht. Die Ratte lagert einen wesentlichen Teil der Carotine als Vitamin A in die Leber ein, das Meerschweinchen nur in geringem Ausmaß (TIEWS, 1963). Allerdings vermutete bereits DEUEL (1957), daß der Unterschied zwischen sogenannten "Yellow-fat-Tieren" und "White-fat-Tieren" eher ein quantitativer als ein qualitativer ist. MATHEWS-ROTH et al. (1977) konnten dies teilweise bestätigen, indem sie bei haarlosen Mäusen und Meerschweinchen durch hohe Carotingaben einen Anstieg des Carotins in einzelnen Organen erreichten. Vögel speichern hauptsächlich Xanthophylle, die die Pigmentierung ihrer Ständer, des Unterhautfettgewebes, teilweise des Federkleides und des Eidotters bewirken (TIEWS, 1963).

Bei bestimmten Tierarten ergibt sich also die Vermutung, daß nahezu alles resorbierte Carotin bereits im Darm in Vitamin A umgewandelt wird. Bei anderen Spezies geht ein Teil des Carotins unverändert durch die Darmschranke (SCHREYER, 1966; THOMPSON et al., 1950; GLOVER et al., 1948; GOODWIN and GREGORY, 1948). In Bezug auf weitere Orte der Umwandlung von Carotin in Vitamin A fand SCHREYER (1966) Carotinaseaktivität im Lebergewebe von verschiedenen Tierarten. HUBER (1955) wies eine Carotinaseaktivität im Eutergewebe nach. Nicht umgewandeltes β -Carotin wird im Körper des Rindes gespeichert und über die Milch ausgeschieden. FRIESECKE (1978) stellte eine " β -Carotin-Bilanz der Milchkuh" auf und kam aufgrund verschiedener Untersuchungen zu folgender Verteilung im Körper: Die höchste Konzentration an Carotin besitzt der Gelbkörper, er ist jedoch wegen seiner geringen Größe zu vernachlässigen. Größere Mengen an Carotin enthält die Leber und das Fettgewebe, aber das größte Depot dürfte das Blutplasma darstellen.

Es wurden auch Untersuchungen darüber angestellt, ob der β -Carotingehalt des Blutes Aufschluß über die Versorgungslage des Tieres gibt. RONNING et al. (1953) fanden bei 5 Tieren mit einer täglichen Carotinaufnahme von 70 $\mu\text{g}/\text{pound}$ Körpergewicht Carotinkonzentrationen von 200 - 945 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ Plasma. LUNGERSHAUSEN (1958) stellte fest, daß der Carotingehalt des Blutes lediglich Auskunft über die augenblickliche und kurz vorher stattgefundene Carotinversorgung gibt. Analysen von SEITARIDIS (1963) ergaben teilweise erhebliche Unterschiede innerhalb einzelner Herden im β -Carotinspiegel des Blutes. Außerdem zeigte sich, daß von 18 Betrieben 12 einen eindeutigen Zusammenhang zwischen Carotinangebot und β -Carotinblutspiegel aufwiesen. In 2 Herden war die gleiche Tendenz zu erkennen und bei 4 Betrieben verhielten sich Angebot und Blutspiegel entgegengesetzt.

1.1.4 Ausscheidung über die Milch bei der Milchkuh

PALMER and ECCLES (1914) fanden, daß die gelbe Farbe des Milchfetts und somit auch der Butter durch Carotinoide verursacht wird und daß diese aus dem Futter der Kuh stammen. Die Carotinoide der Milch wurden im Laufe der Zeit als α -, β -, neo- β und γ -Carotin, sowie als Kryptoxantin, Lycopin, Lutein und Zeaxanthin identifiziert (KLÄU und BAERNFEIND, 1981). Dabei stellt β -Carotin den größten Anteil dar (GILLAM et al., 1937). Der Einfluß des Carotingehalts im Futter auf den Gehalt in der Milch wurde in zahlreichen Arbeiten bestätigt (DEUEL et al., 1942; HJARDE et al., 1954; MACKROTT, 1955; LUNGERSHAUSEN, 1958; THOMPSON, 1963; SUCHANEK, 1974; NEWSTEAD, 1975; HARASZTI and VETTER, 1977; KNIGA and SKOROBOGATOVA, 1977; BURGSTALLER et al., 1979; ZUCKER et al., 1980). Allerdings wiesen schon RONNING et al. (1953) in ihren Untersuchungen auf eine Streuung von 300 % hin, als sie Futteraufnahme und Carotinausscheidung über die Milch verglichen. GILLAM and HEILBRON (1935) stellten bereits aufgrund der gleichen Zusammensetzung der Carotinoide in Milch und Blut fest, daß

die Carotinoide des Futters über das Blut in die Milch gelangen müssen. DEUEL et al. (1942) errechneten eine Beziehung zwischen dem β -Carotingehalt im Blut und in der Milch und stellten diese graphisch dar (siehe unter 3.2 Ergebnisse). ZUCKER et al. (1980) konnte dies bestätigen (siehe unter 2. PROBLEMSTELLUNG und 3.2 Ergebnisse). Andere Einflüsse auf den β -Carotingehalt der Milch faßte THOMPSON (1963) aufgrund verschiedener Untersuchungen zusammen. Er fand, daß Kühe von den englischen Kanalinseln (vor allem Guernsey) im Vergleich zu Ayrshire, Shorthorn und Friesian mehr Carotin über die Milch ausscheiden. Ein ähnliches Ergebnis hatten DEUEL et al. bereits 1942, als sie Guernsey- und Holstein-Kühe verglichen.

Eine Abhängigkeit vom Stadium der Laktation (zwischen 4. und 40. Woche) ist nach CHANDA (1953) nicht vorhanden. THOMPSON (1963) empfiehlt jedoch, diese Ergebnisse vorsichtig zu handhaben, da eine gleichzeitige Kontrolle des Futters nicht durchgeführt wurde. Wie HARASZTI and VETTER (1977) nachweisen konnten, war die Carotinkonzentration bei Kühen mit hoher Milchleistung geringer, die absolut ausgeschiedene Menge jedoch größer. Der Einfluß der Geburt auf den Carotingehalt in Blut und Milch wurde schon früh erkannt. THOMPSON and MCGILLIVRAY (1957) behaupteten, daß der enorme Abfall im Plasma um den Zeitpunkt der Geburt nicht durch die hormonelle Umstellung direkt, sondern durch den starken Abfluß ins Kolostrum bedingt ist. Dieses Verhalten von Blut- und Milchspiegel konnten LUNGERSHAUSEN (1958) sowie BURGSTALLER et al. (1979) und ZUCKER et al. (1980) bestätigen. NEWSTEAD (1975) verfolgte den Abfall des Carotins in der Milch innerhalb der ersten 21 Tage der Laktation und fand Konzentrationen im Erstgemelk zwischen 50 und 300 $\mu\text{g/g}$ Fett. Die Abnahme erfolgte nach einer logarithmischen Gleichung und die Normalwerte im Bereich von 9 bis 21 $\mu\text{g/g}$ Fett wurden nach 8-10 Tagen erreicht. FERRANDO et FOURLON (1979) untersuchten die Abhängigkeit des Carotinhalt im Kolostrum von der Zahl der Laktationen. Die gemessenen individuellen Schwankungen waren größer als die Unterschiede durch die Laktationen. Lediglich bei Kühen der

ersten Laktation war signifikant weniger Carotin im Kolostrum als bei allen anderen Tieren.

1.2 β -Carotin

1.2.1 Funktion im Tier

Da β -Carotin den überwiegenden Teil der in Futterpflanzen und deshalb auch im Organismus des Rindes vorkommenden Carotine ausmacht, ist fast ausschließlich seine Funktion im Tier untersucht worden. Seit langem ist bekannt, daß oral aufgenommenes Carotin im Tierkörper in Vitamin A umgewandelt wird. Auf diese Funktion des β -Carotins soll im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht eingegangen werden.

Bereits 1947 konnte AXELSSOHN durch Steigerung von Carotin im Futter die Besamungsindices verbessern. SCHULTZ (1956) und BRÜGGEMANN und NIESAR (1957) fanden, daß in den Ovarien von Rindern kein Vitamin A, sondern nur Carotin nachweisbar ist. Darüberhinaus wies der Vitamin-A-Gehalt des Blutes zyklussteriler und normaler Tiere keine wesentlichen Unterschiede auf. Es ergaben sich jedoch Abhängigkeiten des β -Carotiningehalts im Ovar vom Stadium der Trächtigkeit, vom Zyklusgeschehen und von der Jahreszeit. Daraus wurde auf eine spezielle physiologische Wirkung des β -Carotins selbst beim Rind geschlossen. SEITARIDIS (1963) untersuchte den Vitamin A und β -Carotiningehalt im Blut in Abhängigkeit von der Zyklustätigkeit und bei Kühen mit großzystischer Entartung der Ovarien. Vitamin A- und β -Carotiningehalt standen in enger Beziehung zu Zyklustätigkeit und Zyklusstörungen. Statistisch gesichert konnten diese Unterschiede nur für das β -Carotin werden. KONERMANN (1967) stellte darüberhinaus fest, daß mit steigendem Carotinangebot eine Verkürzung der Zwischenkalbezeit und des Abstandes von der ersten Besamung bis zur Befruchtung sowie eine Abnahme der Besamungsindices zu erreichen war.

Nach SCHULTZ et al. (1974) enthielten die Gelbkörper von Tieren im Sommer doppelt bis dreimal soviel Carotin als im Winter. Der zyklusbedingte Anstieg und Abfall des Carotins und des gleichzeitig bestimmten Progesterons waren bei den Wintertieren deutlich verzögert. Um die Wirkung des β -Carotins auf die Fruchtbarkeit des Rindes zu klären, wurden in Hannover mehrjährige Untersuchungen durchgeführt und die Ergebnisse in fünf Mitteilungen veröffentlicht (MEYER et al., 1975; LOTTHAMMER et al., 1976; LOTTHAMMER und AHLWEDE, 1977; SCHAMS et al., 1977; AHLWEDE und LOTTHAMMER, 1978). Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen waren, daß β -Carotinmangel

- keine ungleichmäßige Körperentwicklung bedingt, jedoch die Funktion der Geschlechtsorgane beeinträchtigt wird (verzögerte Ovulation um bis zu einem Tag, langsamere Entwicklung der Gelbkörper, zystische Entartungen),
- eine schwächere Ausbildung und Verlängerung der Brunst und schlechtere Befruchtungsergebnisse nach künstlicher Besamung hervorruft,
- keine Veränderung der Blutparameter SGOT, Gesamt-Cholesterin, Glucose und des anorganischen Phosphors erkennen läßt.

Blutcholesterin, β -Carotin und Reproduktionsgeschehen sind korreliert, eine Beteiligung der Schilddrüse bei der Resorption des β -Carotins wird vermutet. Der Progesterongehalt des Blutes wird durch Carotinmangel nicht signifikant beeinflusst. Aufgrund der Gehalte von Leber, Corpora lutea, Fettgewebe und Blut wird ein Carotinvorrat für nur 3-4 Tage errechnet. Bei Carotinmangel war außerdem

- die LH-Freisetzung nicht vermindert, jedoch das Zeitintervall LH-Peak/Ovulation signifikant verlängert,
- die Sekretionsphase und Involution der Uteri p.p. sowie der Eintritt der ersten Ovulation p.p. verzögert,
- kein Einfluß auf den Nachgeburtsabgang nachzuweisen.

LOTTHAMMER et al. (1978) fanden, daß die Progesteronwerte im Blutserum von β -Carotinmangeltieren langsamer anstie-

gen und niedriger blieben, sowohl während des Zyklus als auch bei einer Trächtigkeit. Weiterhin traten bei 31,3 % der Mangeltiere ein embryonaler Frühtod und bei 12,5 % ein Frühabort auf. LOTTHAMMER (1978) wies nach, daß bei Kälbern von β -Carotinmangelkühen mehr Durchfälle, höhere Verluste in den ersten Wochen und ein geringerer Gehalt an Gammaglobulinen auftraten. In einer anderen Arbeit (LOTTHAMMER, 1979) zeigte er, daß sich bei Kühen, die nicht mit einer kompensatorischen Steigerung der Thyroxinausschüttung auf einen β -Carotinmangel reagierten, Störungen während der Trächtigkeit einstellten.

Hingegen stellten FOLMAN et al. (1979) bezüglich des Fruchtbarkeitsgeschehens keine Abhängigkeit von der β -Carotinversorgung fest, ein verbessertes Wachstum durch Zufütterung von β -Carotin war jedoch zu erkennen. Nach BURGSTALLER et al. (1979) und ZUCKER et al. (1980) traten bei β -Carotinmangel vermehrt Follikelzysten und ein verlängertes Intervall zwischen LH-Peak und Ovulation auf, jedoch waren hinsichtlich Brunstdauer und Besamungserfolg keine Unterschiede zu verzeichnen. BONSEMBIANTE et al. (1980) erreichten durch β -Carotinzufütterung eine Zunahme der Trächtigkeiten nach der ersten Besamung. Nach Untersuchungen von JACKSON et al. (1981) besteht eine Beziehung zwischen dem Zeitpunkt der Konzeption und der β -Carotinkonzentration im Plasma, wobei sich bei Kühen mit niederen Blutkonzentrationen Zyklusunregelmäßigkeiten oder verminderte Steroidhormonproduktion einstellten. Die meisten der aufgeführten Untersuchungsergebnisse scheinen einen Einfluß des β -Carotins auf die Fruchtbarkeit des weiblichen Rindes zu bestätigen. Eine Auswirkung des β -Carotinmangels zeigte sich auch bei Bullen durch den Anstieg formveränderter Samenzellen (WEISS, 1975) und Verringerung des Drüsengewebes der Samenblase (LANGE, 1977). Ebenso zeichnet sich eine Bedeutung des β -Carotins für die Fruchtbarkeit der Stute ab (AHLSEDE, 1979).

2. PROBLEMSTELLUNG

In Bezug auf die von Vitamin A unabhängigen Funktionen des β -Carotins wird es notwendig, mehr über seinen Stoffwechsel in Erfahrung zu bringen. Die bereits erwähnte Arbeit von ZUCKER et al. (1980) ergab einen hochsignifikanten Zusammenhang zwischen Blutkonzentration und Ausscheidung über die Milch bei der Milchkuh. Auffallend war dabei bereits die große Variationsbreite, die man auf die nichtberücksichtigte Milchmenge und Fettkonzentration zurückführte. Man erhoffte sich bei Berücksichtigung dieser Parameter, aus Milchanalysen Rückschlüsse auf die Versorgung des Tieres mit β -Carotin ziehen zu können. In der vorliegenden Arbeit sollte nun an einer großen Tierzahl unterschiedlicher Rassen, unter Bedingungen von Winter- und Sommerfütterung, die Abhängigkeit der Milchausscheidung von der Blutkonzentration, sowie Abhängigkeiten von weiteren mit-erfaßten Parametern überprüft werden.

3. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methodik

3.1.1 Versuchstiere

Die gezogenen Blut- und Milchproben stammen ausnahmslos von Kühen aus folgenden Staatsbetrieben:

Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim
Bayrische Landesanstalt für Tierzucht, Grub
Spitalhof, Kempten
Hübschenried, Ammersee
Wildschwaige, Hallberg-Moos
Veitshof, Freising

Die Rassenzugehörigkeit der verwendeten Tiere wird in den Tabellen des Anhangs aufgeführt. Dabei wurden folgende Abkürzungen benutzt:

DFV: Deutsches Fleckvieh
DBV: Deutsches Braunvieh
DSB: Deutsche Schwarzbunte
DRB: Deutsche Rotbunte
HF: Holstein Friesian
BS: Brown Swiss
RHF: Red Holstein Friesian
Pi: Pinzgauer
Char: Charolais

Es wurden nur Proben von Tieren entnommen, die unter Milchleistungskontrolle standen und klinisch gesund waren.

3.1.2 Probennahme und Probenkonservierung

Eine dreimalige Probennahme (einmal zur Zeit der Winterfütterung und zweimal im Sommer) fand in den Anbindeställen der Bayrischen Landesanstalt für Tierzucht und des Spitalhofes statt. Zweimal (Winter und Sommer) wurden Proben entnommen in der Wildschwaige, im Veitshof und in Hübschenried, aber nur im Winter im Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim. In der nachfolgenden Abbildung (6) ist der Probennahmenmodus für die einzelnen Betriebe aufgeführt.

Zwischen Blut- und Milchentnahme lagen im Höchstfall 2 Stunden, mindestens aber 15 Minuten. Das Blut wurde in verschließbaren Röhrchen aufgefangen, die mit EDTA (Äthylendiamintetraessigsäure) beschichtet waren, und bis zur weiteren Verarbeitung ungekühlt aufbewahrt. Diese erfolgte frühestens nach 3 und spätestens nach 5 Stunden, wobei die Blutproben bei ca. 3500 U/min 15 Min. lang zentrifugiert, danach das überstehende Plasma in verschließbare Röhrchen abgegossen und bis zur Ana-

lyse bei -20°C gelagert wurden. Die Milchproben entnahm ich hauptsächlich aus dem Schauglas des "Tru-testers" (oder einem entsprechenden Gerät), in das ein repräsentativer Teil des Gemelkes während des Melkvorganges läuft. Diese Geräte werden sowohl für die amtliche Milchleistungsprüfung, als auch für die Fettbestimmung des Gemelkes verwendet. War dieses Verfahren technisch nicht möglich, so wurde die Milch in Eimer gemolken und aus diesen dann die Proben gezogen. Die Aufbewahrung der Milchproben erfolgt ebenfalls bei -20°C .

	Morgen- gemelk	Abend- gemelk	Blutent- nahme vor dem Melken	Blutent- nahme nach dem Melken	Vena jugula- ris	Euter- vene
Ober- schleiß- heim	X		X		X	
Grub, 1. - 3. Proben- nahme		X	X		X	
Spitalhof 1. - 3. Proben- nahme		X	X		X	
Wild- schwaige 1. u. 2. Proben- nahme		X	X		X	
Hübschen- ried 1. Proben- nahme		X	X		X	
2. Proben- nahme	X			X	X	
Veitshof, 1. u. 2. Proben- nahme	X			X		X

Abb. 6 Probennahmemodus für die einzelnen Betriebe

3.1.3 Datenerfassung

Rasse, Alter, Zahl der Laktationen und Laktationsstadium entnahm ich den Karteikarten, die die Betriebe für jedes Tier angelegt hatten. Die Milchleistung errechnete sich als arithmetisches Mittel der beiden Ergebnisse der amtlichen Milchkontrollen vor und nach dem Tag der Probennahme. Bei den beiden Probennahmen in Hübschenried und bei der ersten Entnahme in der Wildschwaige fand die Milchkontrolle am selben Tag statt, so daß die Ergebnisse direkt übernommen werden konnten. Bei der zweiten Probennahme in der Wildschwaige hatte die Milchkontrolle am Tag zuvor stattgefunden, diese Werte wurden ebenfalls direkt übernommen.

3.1.4 Die β -Carotinbestimmung im Blut

erfolgte nach TIEWS und ZENTZ (1967). Je nach der zu erwartenden β -Carotinkonzentration werden 0,2 - 0,4 ml Plasma in ein Mikroreagenzglas pipettiert und mit der gleichen Menge 1n ätharnolischer KOH versetzt. Nach der gründlichen Durchmischung wird vorgereinigter Stickstoff eingeleitet, und nach dem Verschließen mit Korkstopfen erfolgt die Verseifung der Proben im Wasserbad bei 60°C 20 Minuten lang. Nach zweimaliger Extraktion mit je 0,8 ml Petroläther (30 - 50°C) und Einengen des Extraktes auf ca. 0,2 ml folgt die Chromatographie mit Al_2O_3 zur Abtrennung von störenden Begleitstoffen. Durch Nachwaschen der Chromatographiesäulen mit Petroläther (30 - 50°C) erscheint im Eluat nur die Carotinfraction. Das Aluminiumoxid wurde nach dem hier im Labor üblichen Verfahren vorbereitet. Al_2O_3 der Aktivitätsstufe II - III nach BROCKMANN wird 8 Stunden bei 750°C geglüht und bei ca. 135°C in braune Schliffflaschen abgefüllt. Nach dem Abkühlen wird das Aluminiumoxid mit 9 % Wasser versetzt und solange geschüttelt, bis sämtliche Knollen zerfallen sind. Das auf diese Weise be-

handelte Al_2O_3 sollte vor dem weiteren Gebrauch 12 Stunden stehen und ist in braunen Schliffflaschen aufbewahrt mehrere Wochen haltbar. Nach der Chromatographie wird das Eluat durch Begasen mit nachgereinigtem Stickstoff zur Trockne eingengt und sofort auf ein der Carotinkonzentration entsprechendes Volumen aufgefüllt. Zur Extinktionsmessung verwendete ich hauptsächlich ein Spektralphotometer der Firma Zeiss, Typ M 4 Q II, ersatzweise ein Spektrophotometer Modell 24 der Firma Beckman. Gemessen wurde bei Endvolumina $> 1 \text{ ml}$ mit Makrokvetten aus Glas mit einer Schichtdicke von 1 cm . Bei kleineren Volumina benützte ich Mikrokvetten gleichen Materials und gleicher Schichtdicke. Die eingestellte Wellenlänge betrug 450 nm , und aus der gemessenen Extinktion wurde die β -Carotinkonzentration mit Hilfe der Beziehung $E_{1 \text{ cm}}^{1\%} = 2600$ errechnet.

3.1.5 Die β -Carotinbestimmung in der Milch

erfolgte nach dem Arbeitspapier Nr. 2120/VI/72 der EG - Analy senkommission. Entsprechend der zu erwartenden Konzentration an β -Carotin werden $10 - 50 \text{ ml}$ Milch mit der doppelten Menge 96% igen Äthanols und der halben Menge 50% iger KOH versetzt und in Anwesenheit eines Antioxidans (Natriumascorbat) 30 Minuten lang zwischen 70 und 80°C am Rückflußkühler verseift. Im Gegensatz zum o.g. Arbeitspapier extrahierte ich danach jedoch nicht mit Äther, sondern mit Petroläther ($30 - 50^\circ\text{C}$), da nur das β -Carotin bestimmt werden sollte. Der Extrakt wird bis zur Neutralität (Phenolphthaleinprobe) mit destilliertem Wasser gewaschen, anschließend auf ca. 3 ml eingengt und über Al_2O_3 chromatographiert (siehe β -Carotinbestimmung im Blut). Nach nahezu völligem Einengen des Eluats folgt das Auffüllen mit Petroläther ($30 - 50^\circ\text{C}$) auf eine definierte Menge. Die Messung und Umrechnung des β -Carotins wurde bereits oben beschrieben. Sämtliche β -Carotinbestimmungen führte ich als Parallelbestimmungen durch und errechnete aus beiden Werten das arith-

metische Mittel. Einzige Ausnahmen bildeten die Milchanalysen nach der ersten Probennahme in der Landesanstalt für Tierzucht in Grub, bei denen die geringen Carotinkonzentrationen und die damit benötigte Milchmenge keine zweite Bestimmung zuließ.

3.1.6 Die Fettbestimmung der Milch

erfolgte nach GERBER. Dazu werden 10,75 ml Milch in geeichten Butyrometern mit 10 ml 91 %iger Schwefelsäure und 1 ml Amylalkohol versetzt, gut durchmischt und anschließend 5 Minuten bei 1500 U/min zentrifugiert. Die Fettprozentage sind direkt ablesbar. Auch die Fettbestimmungen wurden größtenteils als Doppelbestimmungen durchgeführt.

Von den 500 untersuchten Proben wurden 465 bei der folgenden Auswertung verwendet, die restlichen 35 stammen von Tieren im ersten Laktationsmonat. Um Einflüsse durch das Kolostrum (siehe Kapitel 1.1.4 Ausscheidung über die Milch bei der Milchkuh) sicher auszuschließen, werden die Ergebnisse dieser Proben am Ende des Kapitels "3.2 Ergebnisse" gesondert besprochen.

3.1.7 Biometrische Methoden

Die Beziehungen der einzelnen Parameter zueinander wurden durch polynominale Regressionen 2. Grades dargestellt. Dabei wurden Gleichungen vom Typ

$$y = a + bx + cx^2$$

mit Hilfe der Methode der kleinsten Fehlerquadrate berechnet. Die Signifikanz wird aus der F-Verteilung hergeleitet. Für den Vergleich der Kühe einzelner Laktationen wurde ein U-Test (MANN-WHITNEY-Test) durchgeführt. Die Berechnung erfolgte nach den von SACHS (1974) angegebenen Formeln. Eine Häufigkeitsverteilung mit Klassen zeigt den Anteil bestimmter Kon-

zentrationenbereiche von β -Carotin in Blut und Milch an der Gesamtzahl. Sämtliche Rechenoperationen wurden mit einem Computer des Typs Compucorp 645 ausgeführt.

3.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der durchgeführten Analysen (β -Carotingehalte in Blut und Milch, Fettgehalt der Milch) sowie die miterfaßten Parameter (Rasse, Alter, Zahl der Laktationen, Laktationsstadium, Milchleistung, Zeitpunkte der Probennahmen, Betrieb) sind in den Tabellen des Anhanges aufgeführt. Die wichtigsten Abhängigkeiten sollen mit Hilfe der folgenden Abbildungen und Erklärungen verdeutlicht werden.

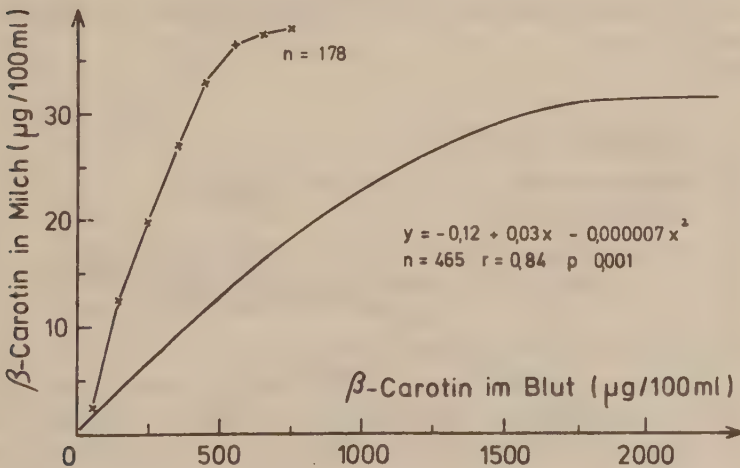


Abb. 7. Vergleich der Regression β -Carotin in Milch auf β -Carotin im Blut mit ZUCKER et al. (1980) *—*

Abb. 7 zeigt den Vergleich meiner Ergebnisse mit der Arbeit von ZUCKER et al. (1980). Deutlich zu erkennen ist der stei-

lere Anstieg des Regressionsgraphen und das um ca. 15 % höher liegende Endniveau. Die größte Spannweite meiner Ergebnisse liegt bei nahezu 400 %, die höchste gemessene β -Carotinkonzentration im Plasma bei 2260 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ und in der Milch bei 55 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$.

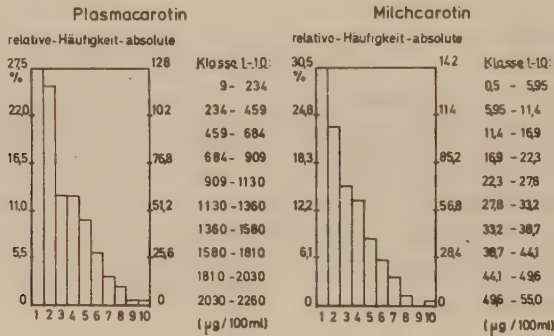


Abb.8.Häufigkeitsverteilung mit Klassen für Plasma- und Milchcarotin.

Weder Blut- noch Milchkonzentration zeigen Normalverteilung (Abb. 8)

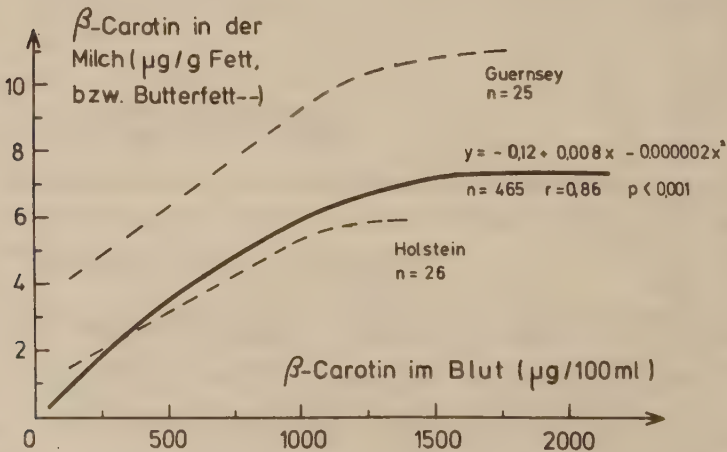


Abb.9 Vergleich der Regression β -Carotin in Milch auf β -Carotin im Blut mit DEUEL et al.(1942) - - - -

Der Vergleich mit DEUEL et al. (1942) ergibt eine gute Übereinstimmung meiner Ergebnisse mit den Holsteinkühen von damals (Abb. 9). DEUEL hatte aufgrund eines anderen Analysenverfahrens den β -Carotingehalt der Milch pro g Butterfett angegeben. Um vergleichen zu können, wurden die ursprünglichen Werte (pro 100 ml Milch) mit Hilfe des bestimmten Fettgehaltes in $\mu\text{g/g}$ Fett umgerechnet. Dabei erhöhte sich die Variationsbreite noch einmal um etwa 60 %.

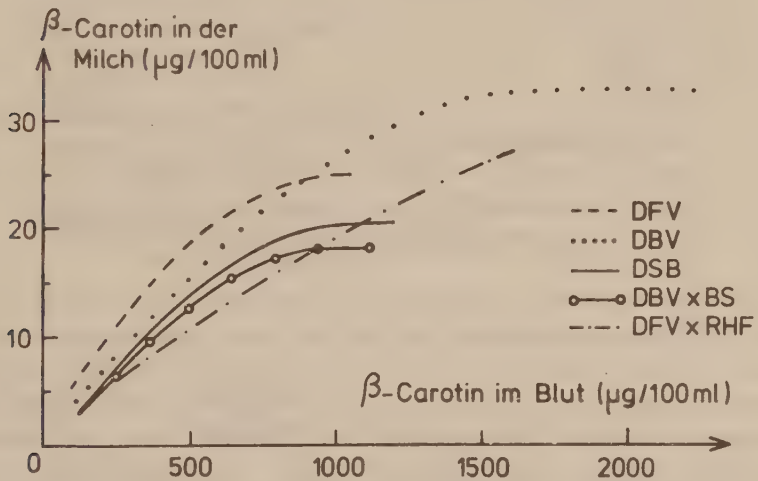


Abb. 10. Regression β -Carotin in Milch auf β -Carotin im Blut, Vergleich der einzelnen Rassen.

Trägt man die Regression β -Carotin in Milch auf β -Carotin in Blut nach Rassen getrennt auf (Abb. 10), so ergeben sich mehr oder weniger deutliche Unterschiede, wobei Tiere der Rasse Deutsches Fleckvieh am meisten Carotin über die Milch ausscheiden. Die Spannweite liegt dabei zwischen 300 und 350 %. Dieses Bild ändert sich zumindest im linearen Bereich der Kurven, wenn man die Carotinausscheidung in $\mu\text{g/g}$ Fett angibt (Abb. 11).

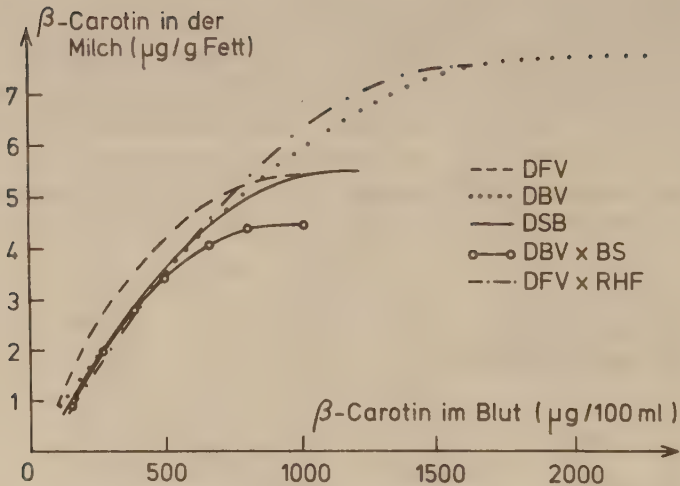


Abb. 11. Regression β -Carotin in Milch (Fett) auf β -Carotin im Blut, Vergleich einzelner Rassen.

Außer beim Fleckvieh verlaufen die Graphen der anderen Rassen bis zu einem Blutspiegel von 600 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ gleich und sind dann je nach dem maximal erreichten Blutwert unterschiedlich gekrümmt. Kühe der Fleckviehrasse scheiden bis zu einem Blutspiegel von etwa 750 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ mehr Carotin über die Milch aus als alle anderen untersuchten Rassen. Die Variationsbreite ändert sich im Vergleich zur vorherigen Abbildung kaum.

Bei der Prüfung der Abhängigkeit der β -Carotinausscheidung von der Milchleistung (Abb. 12) ergab sich ein Korrelationskoeffizient $r=0,33$ und eine maximale Spannweite von 1100 %. Dabei liegen die Werte normalverteilt um einen Mittelwert von etwa 20 kg/d. Trotzdem ist jedoch die Tendenz zu erkennen, daß Kühe mit steigender Milchleistung weniger Carotin pro 100 ml Milch ausscheiden.

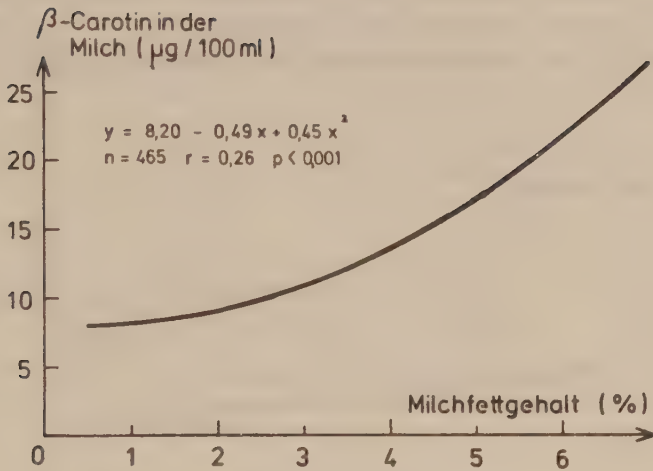


Abb.13. Regression β -Carotin in Milch auf den Milchfettgehalt.

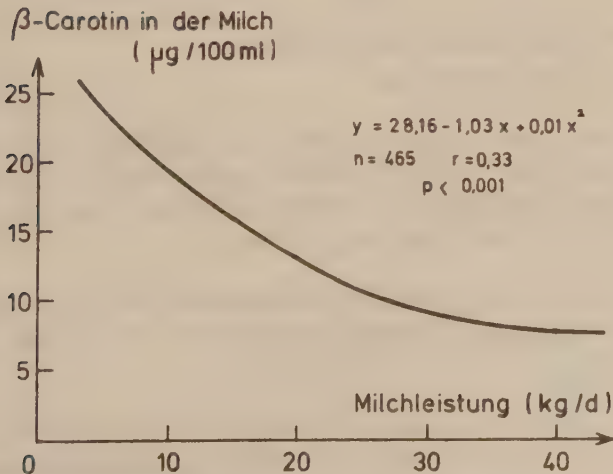


Abb.12. Regression β -Carotin in Milch auf die Milchleistung.

Ein ähnliches Bild bietet Abbildung 13. Bei gleichgroßer Spannweite ist die Tendenz hier jedoch umgekehrt - mit steigendem Fettgehalt steigt auch die Carotinausscheidung pro 100 ml Milch. Hier liegt die Normalverteilung um einen Mittelwert von ungefähr 4 % Fett.

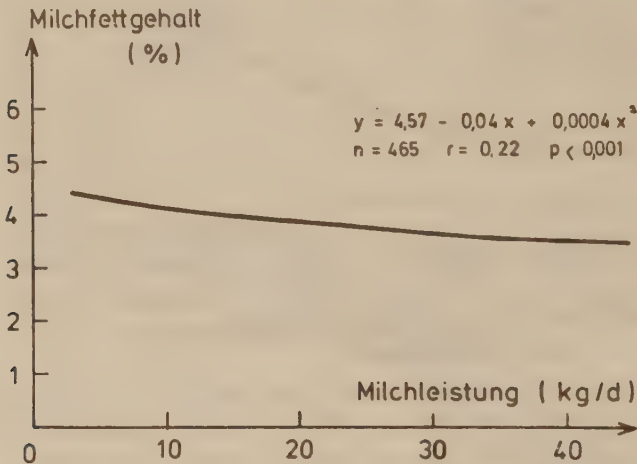


Abb.14. Regression Milchfettgehalt auf die Milchleistung.

Die äußerst schwache Beziehung zwischen Milchleistung und Fettgehalt der Milch ist in Abbildung 14 dargestellt. Bei zunehmender Milchleistung nehmen die Fettprozentage der Milch ab. Die Variationsbreite liegt hier bei ca. 900 %.

Abbildung 15 zeigt die Korrelationskoeffizienten der Regression β -Carotin in Milch auf Fettgehalt der Milch für einige Plasma-carotinbereiche.

Trägt man die β -Carotinkonzentration der Milch gegen das Laktationsstadium auf (Abb. 16), so erhält man eine ansteigende Kurve. Dies bedeutet, daß mit zunehmendem Abstand von der letzten Kalbung der Carotingehalt der Milch ansteigt. Auch hier lag die maximale Spannweite wieder bei 1000 %.

Plasmacarotin($\mu\text{g}/100\text{ml}$)	n	r	p
150 ± 30	47	0,42	$< 0,01$
210 ± 30	49	0,43	$< 0,01$
270 ± 30	39	0,46	$< 0,01$
330 ± 30	36	0,37	$< 0,05$
390 ± 30	20	0,48	$< 0,05$

Abb.15. Korrelationskoeffizienten (r) der Regression β -Carotin in Milch auf Milchfett für einige Plasmacarotinbereiche.

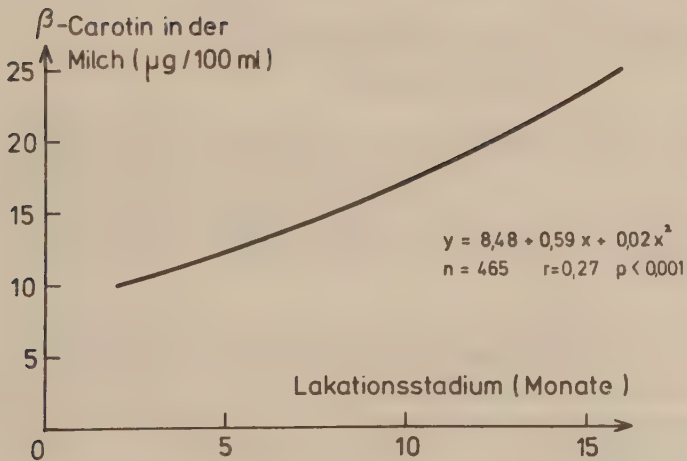


Abb.16. Regression β -Carotin in Milch auf Laktationsstadium.

Nur der Vollständigkeit halber wurde die bekannte Beziehung zwischen Milchleistung und Laktationsstadium dargestellt. Mit wachsendem Abstand von der letzten Geburt sinkt die Milchleistung (Abb. 17).

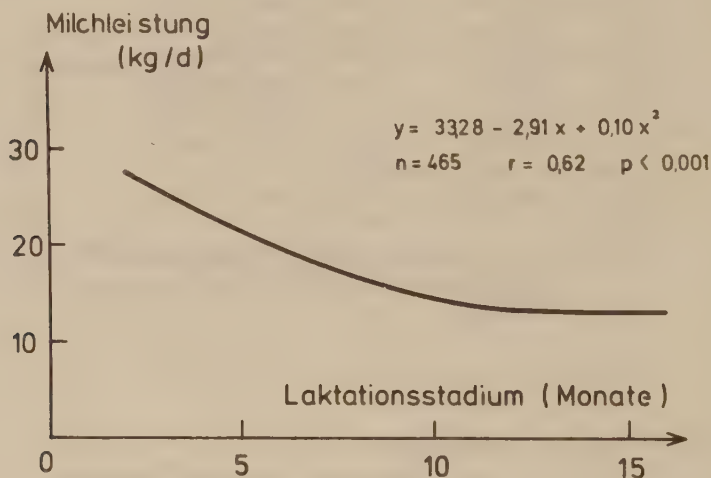


Abb.17. Regression Milchleistung auf Laktationsstadium.

Um eine eventuelle Abhängigkeit der Carotinausscheidung über die Milch von der Anzahl der Laktationen nachzuweisen, wurde für alle Kühe der 1., 3., 5. und 7. - 12. Laktation die Regression β -Carotin in der Milch auf β -Carotin im Blut getrennt aufgetragen (Abb. 18).

Deutlich zu erkennen ist die vermehrte Carotinausscheidung bei gleichem Blutspiegel aber höherer Laktationszahl. Für die Kühe der 5. Laktation verläuft die Kurve sogar konvex. Die maximalen Variationsbreiten für die aufgeführten Laktationen liegen zwischen 200 und 300 %.

Die Ergebnisse eines daraufhin durchgeführten U-Testes sind in Abbildung 19 wiedergegeben.

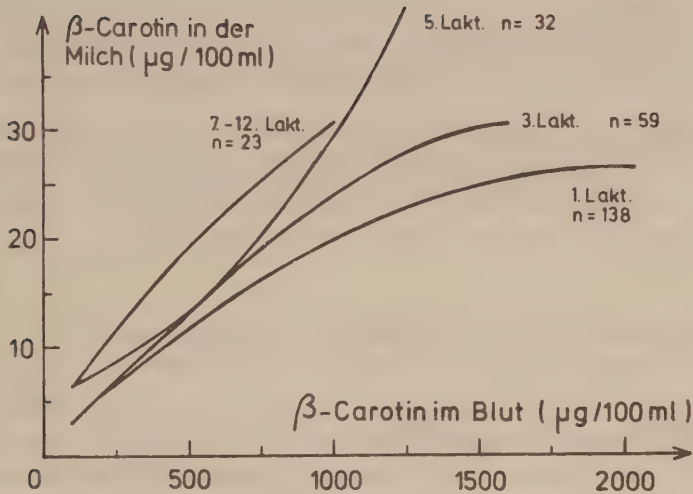


Abb.18. Regression β -Carotin in Milch auf β -Carotin im Blut, Vergleich einzelner Laktationen.

	Milch-carotin	Plasma-carotin	Fett	Milch-leistung	Laktations-stadium
1. Laktation	- a	- b	o	- a	+ a
2. -12.Laktation	+	+	o	+	-
1. + 2. Laktation	- b	o	+ b	- a	+ b
3. -12.Laktation	+	o	-	+	-
1. - 3. Laktation	- b	o	o	- a	o
4. -12.Laktation	+	o	o	+	o
1. Laktation	- a	o	o	- a	o
5. -12.Laktation	+	o	o	+	o

+ = mehr - = weniger o = kein signifikanter Unterschied
 a = $p < 0,01$ b = $p < 0,05$

Abb. 19 U-Test zum Vergleich einzelner Laktationen und Laktationsgruppen

Mit zunehmender Zahl der Laktationen erhöht sich der Carotingehalt der Milch. Gleichzeitig nimmt die Milchleistung zu, während Fettgehalt und Carotinblutspiegel nahezu gleich blieben.

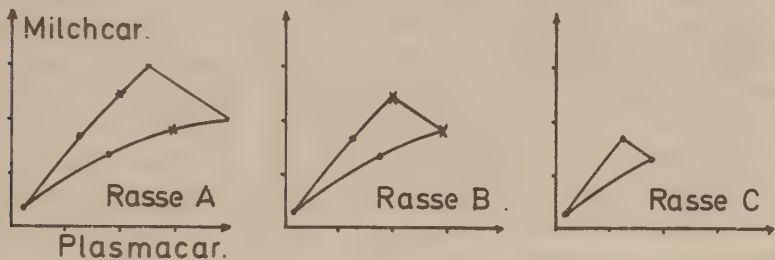
Ein Vergleich der Kühe im 1. Laktationsmonat mit vergleichbaren Kühen im fortgeschrittenen Laktationsstadium (siehe Tabellen im Anhang) zeigt die erwartete Erniedrigung des β -Carotins im Blut und seine Erhöhung in der Milch.

3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse und Diskussion

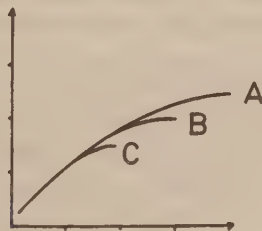
Der Vergleich meiner Ergebnisse mit der Arbeit von ZUCKER et al. (1980) (Abb. 7) ergab deutliche Unterschiede im Verlauf beider Kurven. Kleiner wird dieser Unterschied, wenn man die damaligen Ergebnisse (nur Deutsches Fleckvieh) mit den Resultaten der Fleckviehkühe aus der Bayrischen Landesanstalt für Tierzucht vergleicht (Abb. 10). Allerdings bleibt auch dann noch eine bedeutende Differenz (bei 750 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ Plasma, 37 zu 24 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$ Milch), die weiterer Klärung bedarf. In der damaligen Untersuchung wurden die Versuchstiere u.a. nach der Zahl der Laktationen ausgewählt. Möglicherweise wurden dabei nur Kühe höherer Laktationen verwendet, die mehr β -Carotin über die Milch ausscheiden (Abb. 18). Auch wurden zwar beim Erstellen der Kurve die Kolostrumwerte nicht berücksichtigt, ein Einfluß auf die β -Carotinausscheidung durch die Geburt geht aber weit über den Zeitpunkt der Kolostralmilch hinaus (siehe 1.1.4 Ausscheidung über die Milch bei der Milchkuh).

Die gute Übereinstimmung mit den von DEUEL et al. (1942) (Abb. 9) untersuchten Holsteinkühen unterstreicht gleichzeitig die Außenseiterrolle der Guernseyrasse in Bezug auf die β -Carotinausscheidung über die Milch (siehe wieder Kapitel 1.1.4). Die untersuchten Rassen (Abb. 10 und Abb. 11) weisen nach der Berücksichtigung des Fettgehaltes im nahezu linearen Bereich der Kurve keine Unterschiede auf, lediglich Fleckviehkühe scheiden zumindest in diesem Abschnitt mehr β -Carotin aus.

Die unterschiedliche Krümmung der Graphen scheint bei Betrachtung der Punkteverteilung ein rechnerisches Artefakt zu sein. Die Werte verteilen sich nämlich für die einzelnen Rassen mehr oder weniger so, wie sich die Endpunkte der Graphen für die einzelnen Laktationen verhalten (Abb. 18). Damit ergeben sich in etwa folgende Umrissbilder der Punkteverteilung



worauf der Computer dann mathematisch richtig folgende Kurven plottet.



Die Tiere mit den höchsten β -Carotinkonzentrationen im Blut zeigen in allen Fällen eine verhältnismäßig zu geringe Ausscheidung über die Milch, vorwiegend handelt es sich dabei um Kühe mit wenig Kälbern. Die Werte dieser Kühe zwingen nun die Kurve zu einer stärkeren Krümmung, was wahrscheinlich bei größeren maximalen Blutwerten nicht der Fall gewesen wäre. Ob dieses Kurvenverhalten auch für höhere Plasmawerte als $2260 \mu\text{g}$ pro 100 ml zutrifft, läßt sich mit meiner Versuchsanordnung nicht beweisen. Um Werte darüber zu erreichen, müßte man den Tieren β -Carotin in einer leichter absorbierbarer Form zuführen, als dies bei reiner Grasfütterung der Fall ist. Für Kühe mit "nor-

malen" Fütterung scheint sich jedoch die Ausscheidung über die Milch einem Niveau zu nähern, das nur von einigen überschritten wird. Um Rassenunterschiede exakt messen zu können, müßte man gleichzeitig Fütterung und Haltungsbedingungen standardisieren.

Wie mit einiger Sicherheit zu erwarten war, zeigte sich eine signifikante wenn auch schwache Abhängigkeit der Carotinausscheidung von der Milchleistung und damit unmittelbar verknüpft vom Fettgehalt der Milch (Abbildungen 12, 13 und 14). Vermutlich geht das β -Carotin zusammen mit anderen lipophilen Substanzen vom Blut in die Milch über. HARASZTI and VETTER (1977) hatten die Abhängigkeit von der Milchleistung bereits auch beschrieben. Der Regressionskoeffizient steigt von 0,26 auf 0,48, wenn die Regression β -Carotin in Milch auf den Fettgehalt nur für jeweils bestimmte Plasmacarotinbereiche berechnet wird (Abb. 15). Dabei besteht die Schwierigkeit darin, möglichst kleine Bereiche (etwa $\pm 30 \mu\text{g}/100 \text{ ml}$) bei genügend großer Tierzahl zu finden. Diese beiden Bedingungen zu erfüllen, ist für die in Abbildung 15 angegebenen Bereiche gelungen.

Durch die gute Abhängigkeit der Milchleistung vom jeweiligen Laktationsstadium erklärt sich zwanglos die Abhängigkeit der β -Carotinausscheidung über die Milch vom Laktationsstadium. Bei den Untersuchungen von CHANDA (1953), der dieses Ergebnis nicht gefunden hatte, muß man berücksichtigen, daß dort die β -Carotingehalte nur in $\mu\text{g}/\text{g}$ Fett angegeben wurden. Dadurch werden aber unterschiedliche β -Carotingehalte in der Milch, die durch unterschiedliche Fettgehalte bedingt sind, nahezu ausgeglichen. Deswegen findet man eine Abhängigkeit vom Laktationsstadium nur, wenn die Gehalte in $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ Milch und nicht in $\mu\text{g}/\text{g}$ Fett angegeben werden.

Obwohl sich bei FERRANDO et al. (1979) bereits etwas Ähnliches angedeutet hatte, überraschte doch die Tatsache, daß Kühe mit zunehmender Laktationszahl auch mehr β -Carotin über die Milch ausscheiden (Abb. 18). Dies ist umso erstaunlicher, als mit der Zahl der Laktationen auch die Milchleistung signifi-

kant ansteigt (Abb. 19). Hier scheint es zwei gegenläufige Tendenzen zu geben, die u.a. für die schwache Beziehung von β -Carotin der Milch und Milchleistung/Milchfett und letztlich auch für die große Streuung der Regressionen Milch- auf Blutcarotin verantwortlich sind. Man könnte annehmen, daß die Milchdrüse des Rindes mit zunehmendem Alter "durchlässiger" für β -Carotin wird. Ob dies auf dieselbe Art und Weise wie bei der Bildung des Kolostrums geschieht, müßte durch weitere Untersuchungen geklärt werden. Es könnte nämlich sein, daß die Blut-Milch-Schranke durch weites "Öffnen" und wieder "Schließen" um den Zeitpunkt der Geburt jedesmal ein wenig weiter "offen" bleibt als bei der Laktation zuvor. Dieses rein mechanische Modell dürfte allerdings mehr als unzureichend für die Beschreibung eines solchen Vorganges sein.

Eine andere Erklärung für dieses Phänomen könnte die mit wachsender Kälberzahl zunehmende Mastitishäufigkeit sein. Nach CHANDA (1952) steigt der Carotingehalt bei Euterentzündungen bis zum Zehnfachen der Normalwerte an, was jedoch gleichzeitig mit einer Verringerung des Fettgehaltes der Mastitismilch verbunden ist. CARUOLO and MOCHRIE (1967) identifizierten die vermehrt bei Mastitiden auftretende gelbe Farbe als β -Carotin. Es wäre auch durchaus denkbar, daß nach überstandener Mastitis bleibende Schäden im Euter zurückbleiben, die seine erhöhte Durchlässigkeit bedingen.

Letztlich scheint jedoch der Carotingehalt des Blutes das wichtigste Maß für die Carotinkonzentration der Milch zu sein. Der anfangs nahezu lineare Verlauf des Regressionsgraphen dieser Beziehung (Abb. 7) deutet an, daß immer ein bestimmter Prozentsatz des Blutcarotins in die Milch übergeht. Vergleicht man die Blut-Milch-Schranke mit einem Sieb, so würde eine Vergrößerung der Maschenweite die Wahrscheinlichkeit für den Durchtritt des Carotins erhöhen - der Prozentsatz würde größer werden. Gleichzeitig begrenzt aber die Maschenweite die Durchflußkapazität, d.h. bei weiter ansteigendem Blutspiegel wird nur eine bestimmte Höchstmenge an Carotin in die Milch

übergehen. Tatsächlich nähern sich entsprechend die Regressionskurven einem bestimmten Niveau, das für Kühe der einzelnen Laktationen verschieden hoch ist. Ausgehend von einer größeren "Maschenweite" müßten die Kurven der Kühe höherer Laktationen neben einem steileren Anstieg zudem ihr höheres Niveau rein rechnerisch beim selben Blutspiegel erreichen. Diesen Verlauf zeigen in etwa die Kurven der Abbildung 18, wobei auch bei den einzelnen Laktationen Tiere sind, deren Werte die Kurve vielleicht etwas vorzeitig krümmen (siehe auch weiter oben bei den Rassenunterschieden). Auffallend ist, daß die Kühe höherer Laktationen geringere maximale Blutwerte erreichen. Es scheint, daß die Nachlieferung von Carotin aus dem Darm bei diesen Tieren verringert ist und der vermehrte Abfluß in die Milch nur einen bestimmten Blutspiegel zuläßt. Diese Ausscheidung über die Milch auf Kosten der Konzentration im Blut beobachtet man ja auch beim Kolostrum und bei Euterentzündungen (CHANDA, 1952). Eine Erklärung dafür, daß die Kurve der Kühe in der 5. Laktation anders verläuft (Abb. 18) konnte nicht gefunden werden. Dieses Phänomen müßte eventuell mit einer größeren Tierzahl überprüft werden.

Zum Schluß der Diskussion möchte ich auf das ursprüngliche Ziel dieser Untersuchung zurückkommen. Es dürfte trotz Kenntnis der hier untersuchten Einflußfaktoren schwierig sein, deren Einfluß zu quantifizieren, um aus Milchanalysen auf den Versorgungsstatus der Tiere zu schließen. Auch über die letztendlichen Ursachen der individuellen Unterschiede im Übergang des β -Carotins vom Blut in die Milch können aufgrund bisheriger Ergebnisse nur Mutmaßungen angestellt werden. Zwar bringt die Berücksichtigung der Laktationszahl und des Fettes oder der Milchleistung eine erhebliche Reduzierung der Streuung in manchen Fällen, doch müssen weitere potente Streuungsursachen vorliegen, die noch zu identifizieren sind.

Eine Untersuchung von PATTON et al. (1980) beschäftigt sich zwar mit dem Carotingehalt der MilCHFetttröpfchen bzw. deren Membran und ihre Bildung in der Zelle, jedoch ist über den

Übergang des Carotins vom Blut in die Euterzelle noch nichts bekannt. Für dieses Problem könnte ein naheliegender Ansatzpunkt die Analyse der Carotinkonzentration der einzelnen Plasmalipide und die Ermittlung ihrer Beziehung zum Carotingehalt der Milch sein.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, mögliche Einflußfaktoren auf die β -Carotinausscheidung über die Milch der Kuh zu überprüfen. Gleichzeitig sollte die Frage beantwortet werden, ob bei Berücksichtigung dieser Faktoren aus Milchanalysen auf die Versorgung des Tieres mit β -Carotin geschlossen werden kann.

Dazu wurden jeweils gleichzeitig je 500 Blut- und Milchproben von Kühen verschiedener Rassen und Fütterung gezogen und auf β -Carotin und Milchfettgehalt untersucht. Darüberhinaus wurden Alter, Zahl der Laktationen, Laktationsstadium und Milchleistung erfaßt.

Ein Vergleich der Regression Carotin in der Milch: Plasmacarotin mit den Ergebnissen früherer Arbeiten zeigte bei ZUCKER et al. (1980) deutliche Unterschiede, die zu erklären versucht wurden. Eine gute Übereinstimmung zeigte sich dagegen mit DEUEL et al. (1942).

Rassenunterschiede werden diskutiert, wobei Fleckviehkühe bei gleichen Blutspiegeln im Schnitt mehr Carotin über die Milch ausschieden als die Tiere der übrigen untersuchten Rassen.

Es zeigten sich positive Abhängigkeiten der β -Carotinkonzentration der Milch

- vom β -Carotingehalt des Blutes
- vom Fettgehalt der Milch
- vom Laktationsstadium
- und von der Zahl der Laktationen.

Die Milchleistung korrelierte negativ mit der β -Carotinkonzentration der Milch aber positiv mit der Zahl der Laktationen.

Kühe im ersten Laktationsmonat zeigten größtenteils niedrigere Blut- und höhere Milchcarotinwerte als vergleichbare Tiere, deren letzter Kalbetermin weiter zurücklag.

Die gefundenen Abhängigkeiten sowie mögliche Erklärungen dafür werden diskutiert.

Obwohl sich durch die Berücksichtigung von Laktationszahl und MilCHFett oder Milchleistung die Variationsbreite der Regression β -Carotin in Milch auf β -Carotin im Plasma in einigen Fällen verringerte, müssen weitere potente Einflußfaktoren vermutet werden.

SUMMARY

Studies on the Relationship between β -Carotene in Blood and Milk of Dairy Cows.

Purpose of this study was to examine factors of influence on the excretion of β -carotene via the milk in dairy cows. The question, whether carotene levels in milk allow for conclusions on carotene status of cows was also considered.

500 blood and milk samples each were taken simultaneously from cows of different breeds and feeding regimen and analysed for carotene and milk fat. In addition, age, number of lactations, stage of lactation and milk yield were recorded.

The regression carotene level in milk on plasma carotene differed considerably from that reported by ZUCKER et al. (1980), but agreed well with DEUEL et al. (1942).

Breed differences were discussed, as Simmental cattle showed higher carotin levels in milk at equalized plasma concentrations compared to other breeds investigated.

Positive relationships existed between carotene concentrations in milk

- and carotene blood levels
- milk fat concentration
- stage of lactation
- number of lactations.

Milk yield was negatively correlated to carotene concentration in milk, but positively to number of lactations.

Cows within the first month of lactation showed in most cases lower blood levels of carotene, but higher milk levels.

The relationships found were discussed. The large variations of the regression milk carotene on plasma carotene could be only partially explained by the parameters studied. Some potent factors of influence must exist in addition.

LITERATURVERZEICHNIS

AHLSWEDE, L. und K.-H. LOTTHAMMER, 1978

Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fertilität des Rindes.

5.Mitteilung: Organuntersuchungen (Ovarien, Corpora lutea, Leber, Fettgewebe, Uterussekret, Nebennieren) - Gewichts- und Gehaltsbestimmungen.

Dtsch.Tierärztl.Wschr. 85, 7-12

AHLSWEDE, L., 1979

Erfahrungen mit β -Carotin bei Zuchtstuten

Vortrag, gehalten auf "Equitana", 9./10.3.1979
in Essen

zit.n. LINDNER, H., 1979

Zur β -Carotinversorgung des Rindes unter
praxismäßigen Fütterungsbedingungen

Informationsdienst, Abtl. Tierernährung

Hoffmann - LaRoche, Wien

ALMENDINGER, R. and F.C. HINDS, 1969

Increases of extractable β -Carotene in Haylage
during in vitro Digestion

J.of Dairy Sc. 52, 2044-2046

AXELSSOHN, J., 1947

Karotintillförseluset betydelse för nötkreaturens
fructsamhet

Lantmannen, Uppsala, 31, 37-39

zit.n. ASDELL, S.A., 1949

NUTRITION AND THE TREATMENT OF STERILITY
IN DAIRY CATTLE: A REVIEW

J. of Dairy Sc. 32, 60-70

BONSEMBIANTE, M., G. BITTANTE and I. ANDRIGHETTO, 1980

Effect of β -carotene on the fertility of cows
given diets supplemented with Vitamin A

Nutr.Abstr. and Rev., Series B, 51, 40

BRÜGGEMANN, J. und K.-H. NIESAR, 1954

Über die Beziehung der Vitamine A und E und des
β-Carotins zum weiblichen Sexualzyklus des Rindes
und Schweines unter besonderer Berücksichtigung der
Zyklussterilität

So.druck aus: Vitamine und Hormone, 7, 10 - 25

BURGSTALLER, G., P.MATZE, W.HOLLWICH, J.KÖGEL, O.KREUTZBERG und
H.ZUCKER, 1980

Untersuchungen zur Versorgung von Milchkühen mit
β-Carotin und Vitamin A

1.Mitteilung: Einfluß auf den Blutspiegel

Zbl.Vet.Med., A, 27, 485 - 494

CARUOLO, E. and R.D. MOCHRIE, 1967

Identifikation of Yellow Material Remaining on
Disks After Filtration of Milk

J. of Dairy Sc., 50, 1170 - 1171

CHANDA, R., 1952

The Effect of Mastitis on the Carotenoids, Vitamin
A and Phosphorus Compounds of Milk

Biochem.J. 54, 68 - 77

CHANDA, R., 1953

THE PARTURITION OF CAROTENOIDS AND VITAMIN A IN
THE COLOSTRUM AND MILK OF THE COW AND THE GOAT

J.agric.Sc. 43, 54 - 71

CRANE, B. and N.T.CLARE, 1975

Nature of Carotenoid pigments in yellow fat of
sheep

N.Z. J. of Agric.Research 18, 273 - 275

zit. n. KARIJORD, Ø, 1978

DEUEL, H.J., JR., L.F. HALLMAN, C. JOHNSTON and F. MATTSON, 1942

THE EFFECT OF A HIGH VITAMIN A INTAKE ON THE BLOOD
AND MILK CAROTENE OF HOLSTEIN AND GUERNSEY COWS

J.Nutr. 23, 567 - 579

DEUEL, H.J., 1957

The Lipids, Their Chemistry and Biochemistry. Vol. 3
Interscience Press, New York p. 516
zit.n. MATHEWS - ROTH, M.M., 1977

EATON, H.D., G.S. MYERS, JR., MARTHA W. DICKS, B.A. DEHORITY, A.P.
GRIFO, JR., R. TEICHMAN, C.F. HELMBOLDT, E.L. JUNGHERR and D.G.
GOSSLEE, 1959

CONVERSION OF CAROTENE FROM ALFALFA TO VITAMIN A
BY GUERNSEY AND HOLSTEIN CALVES
J.of Dairy Sc. 42, 642 - 650

EWG - ANALYSENKOMMISSION, 1972

Bestimmung von Retinol (Vitamin A)
Arbeitspapier Nr. 2120/VI

FERRANDO, R. et Cl. FOURLON, 1979

TENEURS EN VITAMIN A, β CAROTENE ET TOCOPHEROLS
(TOTAUX ET α) DU COLOSTRUM DE VACHE
Rec.Med.vet., 155(3), 235 - 237

FLASCHENTRÄGER, B. und E. LEHNARTZ, 1966

Physiologische Chemie, Bd. II/2d β
bearbeitet von BEUTLER, R., A.W. FORST, K. MOTHES,
E. OHMANN, M. REINBOTHE und H.R. SCHÜTTE
Springer Verlag Berlin/Heidelberg/New York

FOLMAN, Y., J. ASCARELLI, Z. HERZ, M. ROSENBERG, M. DAVIDSON and
A. HALEVI, 1979

Fertility of dairy heifers given a commercial diet
free of β -carotene
Brit.J.of Nutr. 4, 353 - 359

FRIESECKE, H., 1978

β -Carotin und die Fruchtbarkeit des Rindes
Broschüre, Dokumentationsdienst, Roche, Grenzach

GEBAUER, H., 1962

Zur Frage der Carotinversorgung unserer Nutztiere
Dtsch.Tierärztl.Wschr. 24, 701 - 706

GILLAM, A.E. and J.M. HEILBRON, 1935

THE CAROTENOIDS OF BUTTER
Biochem.J. 29, 834 - 836

GILLAM, A.E. and MOHAMMED SHAFIK EL RIDI, 1937

THE CAROTENE OF MILK FAT (BUTTER)
Biochem.J. 31, 251 - 253

GLOVER, J., T.W. GOODWIN and R.A. MORTON, 1948

Studies in Vitamin A
8.CONVERSION OF β -CAROTENE INTO VITAMIN A IN THE
INTESTINE OF THE RAT
Biochem.J. 43, 512 - 518

GOODWIN, T.W. and R.H. GREGORY, 1948

Studies in Vitamin A
7. CAROTENE METABOLISM IN HERBIVORES
Biochem.J. 43, 505 - 512

HARASZTI, E. and J. VETTER, 1977

Changes in carotene values in blood serum and
milk of cows during the transition to green feeds
in spring
Nutr.Abstr.and Rev., Series B, 47, 314

HILL, F., 1962(9)

Yellow Fat in Sheep
In I.agric.Res. 2, 83 - 89
zit.n. KARIJORD, ϕ ., 1978

HJARDE, W., J. NIELSEN and O. POROFNIKOFF, 1954

UTILIZATION OF CAROTENE BY DAIRY COWS
Acta.Agr.Scand. IV, I, 3 - 16

- HOPPE, P., J. TIEWS, W. LAST, W. KLEE and G. KOCH, 1972
Pflanzliche Carotinoide als Indikatoren zur Bestimmung der Grünfütterverdaulichkeit beim Wiederkäuer
Ztschr.f.Tierphys., Tierern.u.Fu.mi.kunde 30, 65-76
- HORN, F.P., R.L. REID and G.A. JUNG, 1975
VITAMIN A STATUS OF EWES AND LAMBS GRAZING NITROGEN
FERTILIZED ORCHARDGRASS PASTURES
J. OF ANIMAL SC. 41, 635 - 640
- HUBER, H., 1955
Der Nachweis des Fermentsystems "Carotinase" im
Eutergewebe des Rindes
Vet.Med.Diss., München
- ISLER, O., 1977
Progress in the field of fat-soluble vitamins and
carotenoids
EXPERIENTIA 33, 555 - 696
- JACKSON, P.S., B.J.A. FURR and C.T. JOHNSON, 1981
Endocrine and ovarian changes in dairy cattle fed
a low β -carotene diet during an oestrus synchroni-
sation regime
Res.in Vet.Sc. 31, 377 - 383
- JONES, J.R., P.H. WESWIG, J.F. BONE, M.A. PETERS and S.O. ALPAN,
1966
Effect of High-Nitrate Consumption on Laktation
and Vitamin A Nutrition of Dairy Cows
J. of Dairy Sc. 49, 491 - 499
- KARIJORD, Ø., 1978
Correlation between the Content of Carotenoide
in Depot Fat and Plasma of Sheep
Acta Agric.Scaninavica 28, 355 - 359

- KLÄUT, H. and J.C. BAUERNFEIND, 1981
Carotenoids as Food Colors
Academic Press Inc.
- KLEE, W., 1972
Versuche zur Eignung von Carotin und Xanthophyll
als Indikatoren zur Bestimmung der Grünfuttermittels-
daulichkeit bei Wiederkäuern
Vet.Med.Diss., München
- KNIGA, M.J. and SKOROBOGATOVA, Y.N., 1977
Vitamin A activity of milk in relation to diet
Nutr.Abstr. and Rev., Series B, 47, 813
- KONERMANN, H., 1967
Untersuchungen über die Herdensterilität des Rin-
des unter Berücksichtigung der Zusammenhänge
Boden - Pflanze - Tier
Vet.Med.Habil., Hannover
- LANGE, U., 1977
Einfluß von β -Carotin und Vitamin A auf verschie-
dene sekretorische Organe beim Bullen
Vet.Md.Diss., Hannover
- LOTTHAMMER, K.-H., L. AHLWEDE und H. MEYER, 1976
Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-
unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Ferti-
lität des Rindes
2. Mitteilung: Weitere klinische Befunde und Be-
fruchtungsergebnisse (Versuch III)
Dtsch.Tierärztl.Wschr. 83, 353 - 358
- LOTTHAMMER, K.-H. und L. AHLWEDE, 1977
Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-
unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fer-
tilität des Rindes

3.Mitteilung: Blutserumuntersuchungen (β -Carotin
Vitamin A, SGOT, Gesamtcholesterin, Glucose, anor-
ganischer Phosphor)

Dtsch.Tierärztl.Wschr. 84, 220 - 226

LOTTHAMMER, K.-H., 1978

Zur Bedeutung des β -Carotins für die Fruchtbarkeit
des Milchrindes

Der Tierzüchter, 12, 520 - 529

LOTTHAMMER, K.-H., D. Schams und H. Scholz, 1978

Untersuchungen über eine spezifische Vitamin-A-
unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Frucht-
barkeit von laktierenden Kühen

Zuchthygiene 13, 76 - 77

LUNGERSHAUSEN, A., 1958

Carotinversorgung und der Gehalt von Vitamin A und
Carotin in Blut und Milch von Kühen

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der
Landwirtschaftlichen Fakultät der Georg-August-
Universität, Göttingen

MACKROTT, H., 1955

Untersuchungen über den Vitamin-A-Gehalt der Milch
bei Verfütterung unterschiedlicher Mengen an Caro-
tin und zusätzlichen synthetischen Vitamin-A-Gaben
Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, 7,
51 - 59

MATHEWS-ROTH, M.M., D. HUMMEL and C. CREAN, 1977

THE CAROTENOID CONTENT OF VARIOUS ORGANS OF ANI-
MALS ADMINISTERED LARGE AMOUNTS OF BETA-CAROTENE
Nutr.Rep.Int., 16, 419 - 423

MEYER, H., L.AHLSWEDE und K.-H. LOTTHAMMER, 1975

Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-
unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Ferti-
lität des Rindes

1.Mitteilung: Versuchsanstellung, Körperentwicklung und Eierstocksfunktion

Dtsch.Tierärztl.Wschr. 82, 444 - 449

MITZKA-SCHNABEL, U. and W. RAU, 1980

THE SUBCELLULAR DISTRIBUTION OF CAROTENOIDS IN
NEUROSPORA CRASSA

Phytochemistry 19, 1409 - 1413

MITZKA-SCHNABEL, U. and W. RAU, 1981

SUBCELLULAR SITE OF CAROTENOID BIOSYNTHESIS IN
NEUROSPORA CRASSA

Phytochemistry 20, 63 - 69

MOOSER, H., 1953

Vergleichende Untersuchungen über den Provitamin
A-Gehalt (Carotin) und dem Chlorophyllgehalt an
Weidepflanzen verschiedener Höhenlagen (Alm- und
Talweide)

Vet.Med.Diss., München

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 1971

Atlas of Nutritional Data on United States and
Canadian Feeds

Washington D.C.

zit.n. FRIESECKE, 1978

NEWSTEAD, D.F., 1975

Carotene and immunoglobulin concentrations in the
colostrum and milk of pasture-fed cows

J.of Dairy Res. 43, 229 - 237

PALMER and ECCLES, 1914

J.biol.Chem.

zit.n. GILLAM, A.E. and MOHAMMED SHAFIK EL RIDI,
1937

PATTON, S., J.J. KELLY and Th.W. KEENAN, 1980

Carotene in Bovine Milk Fat Globules: Observations on Origin and High Content in Tissue Mitochondria
Lipids 15, 33 - 38

RAU, W., 1975

Zum Mechanismus der Photoregulation von Morphosen am Beispiel der Carotinoidsynthese
Ber.Deutsch.Bot.Ges. 88, 45 - 60

RAU, W. and SCHROTT, E.L., 1979

LIGHT-MEDIATED BIOSYNTHESIS IN PLANTS
Photochem. and Photobiol. 30, 755 - 765

RAU, W., 1980

BLUE LIGHT-INDUCED CAROTENOID BIOSYNTHESIS IN MICROORGANISMS
Reprint from: The Blue Light Syndrome
Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York

RONNING, M., E.R. BEROUSEK, A.H. KUHLMAN and W.D. GALLUP, 1953

THE CAROTENE REQUIREMENTS FOR REPRODUCTION IN GUERNSEY CATTLE
J. of Dairy Sc. 36, 52 - 56

SACHS, L., 1974

Angewandte Statistik
4. Auflage
Springer-Verlag Berlin/Heidelberg/New York

SCHAMS, D., B. HOFFMANN, K.-H. LOTTHAMMER und L. AHLWEDE, 1977

Untersuchungen über eine spezifische Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β -Carotins auf die Fertilität des Rindes
4. Mitteilung: Auswirkung auf hormonale Parameter während des Zyklus
Dtsch.Tierärztl.Wschr. 84, 307 - 310

SEITARIDIS, K., 1963

Untersuchungen über den Vitamin A- und β -Carotinhalt des Blutplasmas in Rinderherden mit Störungen der Fruchtbarkeit unter besonderer Berücksichtigung der Carotinversorgung
Vet.Med.Diss., Hannover

SCHREYER, G., 1966

In-vitro-Versuche über das Fermentsystem "Carotinasen"
Vet.Med.Diss., München

SCHULTZ, G., L. AHLWEDE und E. GRUNERT, 1973

β -Carotinhalt in Corpora lutea von Rindern bei unterschiedlichen Haltungsbedingungen
Zuchthygiene 8, 89

SCHULTZ, G., G. HORSTMANN, C. ANWANDTER und E. GRUNERT, 1974

β -Carotin- und Progesteron Gehalt der Corpora lutea des Rindes nach Weide- und Stallfütterung
Ztschr. f. Tierphys., Tierern. und Fu.mik. 33, 314

SUCHANEK, B., 1974

EFFECTS OF DIET ON THE COMPOSITION OF COWS' MILK
XIX. International Dairy Congress, New Delhi, 1 E, 101-102

THOMPSON, S.Y., R. BRAUDE, M.E. COATES, A.T. COWIE, J. GANGULY and S.K. KON, 1950

Further Studies of the Conversion of β -Carotene to Vitamin A in the Intestine
Brit.J.of Nutr. 4, 398-420

THOMPSON, S.Y. and W.A. MCGILLIVRAY, 1957

FACTORS INFLUENCING THE VITAMIN CONTENT OF MILK FAT
CHANGES IN VITAMIN A AND CAROTENOID CONTENT OF THE BLOOD PLASMA OF COWS AND HEIFERS NEAR PARTURITION IN RELATION TO SECRETION OF THESE SUB-

STANCES IN THE MILK FAT

J. of Dairy Res. 24, 108 - 114

THOMPSON, S.Y., 1963

The role of carotene in the dairy cow

So.druck aus: Carotine und Carotinoide

Dr.Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt

TIEWS, J., 1963

Vitamin A - Wirksamkeit der Carotine bei verschiedenen Tierarten

So.druck aus: Carotine und Carotinoide

Dr.Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt

TIEWS, J. und C. ZENTZ, 1967

Die Mikrobestimmung von Vitamin A in Blutserum

und Leberpunktaten mit FeCl_3 in Acetylchlorid

Int.Ztschr. f. Vit.Forschung 37, 307 - 314

WEISS, R.R., 1975

Einfluß von β -Carotin und Vitamin A auf bestimmte Geschlechtsfunktionen von Jungbullen

Vet.Med.Diss., Hannover

WING, J.M., 1969

Effect of Source and Season on Apparent Digestibility of Carotene in Forage by Cattle

J. of Dairy Sc. 52, 479 - 483

ZUCKER, H., O.KREUTZBERG, W.HOLLWICH, D.MATZKE, J.KÖGEL und G.BURGSTALLER, 1980

Untersuchungen zur Versorgung von Milchkühen mit β -Carotin und Vitamin A

2.Mitteilung: Einfluß auf Konzentration in der Milch, sowie klinisch-gynäkologische und hormonanalytische Befunde

Zbl.Vet.Med.A 27, 525 - 533

Herrn Prof.Dr.H.Zucker danke ich sehr herzlich für die Überlassung des Themas und die jederzeit gewährte Hilfe bei der Durchführung und Anfertigung dieser Arbeit.

Dank schulde ich auch Herrn Prof.Dr.J.Gropp für die Unterstützung beim Gebrauch des Computers und der statistischen Auswertung der Daten.

Bei Herrn Dr.G.Burgstaller, Bayrische Landesanstalt für Tierzucht in Grub, möchte ich mich für die Auswahl und Vermittlung der Staatsbetriebe bedanken.

Mein besonderer Dank gilt auch den Leitern und Mitarbeitern der Staatsbetriebe, ohne deren freundliches Entgegenkommen diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Frau O.Kreutzberg und Frau A.Wetzel danke ich herzlich für die wertvollen Anregungen bei der Durchführung der Analysen.

Endlich geht mein Dank an alle Kollegen, die mir bei den Probenahmen behilflich waren.

Lebenslauf

Reinhard STAMPFER	8110 Murnau, Mühlstr. 14
Geburtstag	5. Mai 1954
Eltern	Johann und Thekla Stampfer geb. Wittmann
Geburtsort	Wellheim
Familienstand	seit 18. Juli 1980 verheiratet mit Astrid Michaela, geb. Hierholzer; am 8.9.1981 Geburt der Tochter Inga Lena
Schulbildung	1960 - 1964 Volksschule in Seehausen; 1964 - 1973 Math.-Nat.-Gymnasium Murnau
Abitur	8. Juni 1973
Wehrdienst	1973 - 1975
Studium	1975 - 1981 Studium der Tiermedizin an der LMU-München
Staatsexamen	15.1.1981
Approbation	27.2.1981
Berufstätigkeit	April 1981 - März 1982 wissenschaft- liche Hilfskraft im Institut für Tierphysiologie der LMU-München

A n h a n g

Tabelle 1.1

Betrieb: Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim Rasse: Holstein-Friesian

Tag der Probennahme: 19.3.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Plasma}}$	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Milch}}$
683	5/9	4	3. Mon.	36,3	4,25	186	2,9
787	2/8	1	8. Mon.	16,6	3,90	120	5,4
803	2/3	1	3. Mon.	19,6	4,10	172	2,6
615	7/7	6	2. Mon.	40,0	3,60	252	4,8
457	11/7	10	4. Mon.	27,0	4,50	326	7,4
669	5/10	4	4. Mon.	37,0	2,20	247	2,8
786	2/8	1	6. Mon.	13,7	3,55	303	7,5
807	2/2	1	2. Mon.	28,6	3,50	162	3,2
596	7/10	6	7. Mon.	17,5	3,60	177	4,9
614	7/7	5	10. Mon.	18,5	3,50	201	6,1
740	4/6	3	1. Mon.	25,1	5,50	181	4,7
733	4/2	3	4. Mon.	28,7	3,20	236	3,9

Tabelle 1.2

Betrieb: Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim Rasse: Holstein-Friesian
 Tag der Probennahme: 19.3.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
644	6/8	5	7. Mon.	15,6	3,30	187	5,3
721	4/5	3	3. Mon.	34,3	2,90	346	4,9
760	3/8	2	4. Mon.	19,5	3,25	177	6,3
791	2/7	1	7. Mon.	20,5	3,30	102	2,4
799	2/3	1	5. Mon.	17,6	3,70	141	3,0
773	3/0	2	1. Mon.	31,7	3,20	72	5,2
697	5/5	4	4. Mon.	34,0	2,60	251	5,1
797	2/4	1	5. Mon.	22,4	3,10	104	2,5
785	2/8	1	8. Mon.	16,7	3,90	156	5,4
657	6/5	5	2. Mon.	38,6	3,0	344	6,8
804	2/3	1	3. Mon.	31,3	2,85	210	4,1
582	8/7	7	2. Mon.	35,0	3,55	207	4,9

Tabelle 1.3

Betrieb: Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim Rasse: Holstein-Friesian
 Tag der Probennahme: 19.3.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
684	5/5	4	3. Mon.	32,4	3,50	323	4,2
761	3/6	2	3. Mon.	25,0	3,40	274	3,4
758	3/7	2	3. Mon.	33,2	3,60	304	3,3
398	13/0	12	5. Mon.	20,3	3,40	228	8,9
734	4/6	3	5. Mon.	25,9	3,80	282	4,7
599	8/1	6	8. Mon.	2,3	4,30	139	10,4
806	2/6	1	3. Mon.	20,3	3,35	120	3,9
689	5/3	4	4. Mon.	31,3	3,60	241	4,3
869	2/1	1	1. Mon.	26,3	3,40	86	2,9
801	2/4	1	4. Mon.	22,8	3,30	150	2,8
715	4/8	3	4. Mon.	25,8	3,40	213	4,3
696	5/5	4	2. Mon.	35,3	2,70	174	3,6

Tabelle 1.4

Betrieb: Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim Rasse: Holstein-Friesian
 Tag der Probennahme: 19.3.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
713	5/5	3	11. Mon.	7,0	4,10	231	8,0
794	2/7	1	6. Mon.	18,5	3,70	263	5,3
583	8/4	6	11. Mon.	8,6	3,85	200	5,8
736	4/2	3	3. Mon.	25,9	3,45	153	3,3
750	3/11	2	8. Mon.	22,8	3,10	262	5,4
737	4/1	3	1. Mon.	34,8	4,65	57	4,9
781	2/8	1	8. Mon.	18,6	3,90	282	3,0
452	11/8	10	9. Mon.	20,4	3,60	183	7,4
805	2/4	1	3. Mon.	25,5	3,00	187	4,8
716	4/9	3	5. Mon.	29,1	3,00	139	3,1
765	3/1	2	1. Mon.	31,7	5,40	115	2,9
727	5/1	3	5. Mon.	22,7	3,35	264	5,3

Tabelle 1.5

Betrieb: Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim Rasse: Holstein-Friesian

Tag der Probennahme: 19.3.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ <u>Plasma</u> <u>Milch</u>
757	3/4	2	1. Mon.	35,4	3,65	164 2,8
643	6/10	5	2. Mon.	36,0	2,70	118 2,9
789	2/6	1	7. Mon.	19,0	3,90	213 3,1
700	5/1	4	2. Mon.	40,0	4,10	167 2,0
796	2/6	1	6. Mon.	17,0	3,45	124 2,6
702	5/1	4	3. Mon.	37,0	2,40	144 2,9
706	4/11	3	9. Mon.	18,9	3,75	195 5,4
793	2/6	1	6. Mon.	18,3	5,10	235 5,9
739	4/1	3	3. Mon.	27,0	2,90	285 3,9
670	6/2	4	3. Mon.	37,3	2,60	175 4,8
808	2/2	1	2. Mon.	24,5	3,60	164 3,6
724	4/7	3	4. Mon.	24,6	3,85	236 5,8

Tabelle 1.6

Betrieb: Lehr- und Versuchsgut Oberschleißheim Rasse: Holstein-Friesian
 Tag der Probennahme: 19.3.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
654	6/5	5	2. Mon.	23,6	3,30	204	6,4
676	6/1	4	9. Mon.	10,6	5,40	291	10,6
810	2/1	1	1. Mon.	19,8	4,90	40	3,1

Tabelle 2.1

Betrieb: Bayr. Landesanstalt f. Tierzucht, Grub Rasse: Dtsch. Fleckvieh

Tage der Probennahmen: 30.3.1981 a: 21.7.1981 b: 9.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Plasma}}$	$\frac{\text{Milch}}{\text{Milch}}$
886 *)	10/10	7	6. Mon.	22,0	5,20	32	2,8
886 a	11/2	7	10. Mon.	14,6	4,30	975	35,6
946	9/5	7	2. Mon.	25,6	4,35	18	2,7
946 a	9/9	7	6. Mon.	19,8	3,60	372	15,3
946 b	9/11	7	7. Mon.	10,1	5,05	433	22,1
955	9/3	7	11. Mon.	10,7	4,80	20	1,6
962	8/9	7	1. Mon.	21,0	4,60	17	1,5
962 b	9/2	7	6. Mon.	11,6	4,30	514	18,8
966	8/7	6	7. Mon.	14,0	4,20	23	2,1
979	9/0	7	3. Mon.	19,1	3,15	13	1,9
979 a	9/4	7	7. Mon.	14,9	3,55	251	20,3
979 b	9/5	7	8. Mon.	13,3	4,80	184	19,5

*) DRB

Tabelle 2.2

Betrieb: Bayr. Landesanstalt f. Tierzucht, Grub Rasse: Dtsch. Fleckvieh
 Tage der Probennahme: 30.3.1981 a: 21.7.1981 b: 9.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Plasma}}$	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Milch}}$
23	7/7	4	6. Mon.	16,3	3,85	22	1,5
42	7/0	4	15. Mon.	8,7	4,20	21	1,8
42 b	7/5	5	2. Mon.	18,5	3,80	619	34,6
65	6/10	4	6. Mon.	18,5	4,20	49	1,4
65 a	7/1	4	10. Mon.	15,3	4,75	978	23,1
76	6/3	4	4. Mon.	24,5	4,50	19	1,1
76 a	6/7	4	7. Mon.	21,5	3,75	364	14,5
76 b	6/8	4	9. Mon.	20,6	4,65	401	14,6
111	5/6	3	10. Mon.	13,9	4,20	15	1,1
111 a	5/10	4	2. Mon.	23,1	4,60	368	9,9
111 b	6/0	4	4. Mon.	20,1	4,80	660	14,6
128	5/4	3	6. Mon.	16,2	5,20	25	1,6

Tabelle 2.3

Betrieb: Bayr. Landesanstalt f. Tierzucht, Grub Rasse: Dtsch. Fleckvieh
 Tage der Probennahme: 30.3.1981 a: 21.7.1981 b: 9.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
128 a	5/7	3	10. Mon.	11,8	4,60	548	24,7
149	5/1	3	3. Mon.	23,6	2,80	55	0,9
149 a	5/5	3	7. Mon.	20,9	4,55	867	25,1
149 b	5/6	3	8. Mon.	16,2	4,80	960	24,1
157	5/3	2	11. Mon.	14,2	4,30	23	1,4
157 b	5/8	3	3. Mon.	28,5	5,40	712	22,4
167	4/3	2	10. Mon.	16,1	3,40	23	0,9
167 b	4/9	3	3. Mon.	26,5	3,70	864	19,2
170	4/4	2	5. Mon.	25,6	5,70	19	1,7
170 a	4/8	2	9. Mon.	16,7	5,05	460	21,7
170 b	4/9	2	10. Mon.	13,9	4,90	528	20,4
174	4/3	2	6. Mon.	20,9	4,40	19	1,0

Tabelle 2.4

Betrieb: Bayr. Landesanstalt f. Tierzucht, Grub Rasse: Dtsch. Fleckvieh
 Tage der Probennahme: 30.3.1981 a: 21.7.1981 b: 9.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
191	5/7	2	4. Mon.	13,1	3,70	34	0,9
193	3/8	2	5. Mon.	20,9	4,80	15	1,1
193 a	4/0	2	9. Mon.	14,7	4,60	510	15,2
207	4/1	1	12. Mon.	13,7	4,40	24	1,0
207 b	4/7	2	4. Mon.	18,3	4,10	935	22,7
213	3/6	1	11. Mon.	11,5	4,90	16	1,1
213 a	3/10	2	1. Mon.	24,5	5,35	513	20,7
213 b	3/11	2	3. Mon.	22,4	5,40	731	27,6
216	3/7	1	10. Mon.	13,5	4,50	17	0,7
216 b	4/1	2	2. Mon.	16,9	4,40	351	10,0
217	3/9	1	10. Mon.	13,4	4,20	26	0,7
217 a	4/0	2	2. Mon.	27,4	5,95	994	17,7

Tabelle 2.5

Betrieb: Bayr. Landesanstalt f. Tierzucht, Grub Rasse: Dtsch. Fleckvieh
 Tage der Probennahme: 30.3.1981 a: 21.7.1981 b: 9.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
217 b	4/1	2	4. Mon.	20,0	3,70	1023	11,7
241	3/1	1	7. Mon.	14,8	4,50	33	1,9
241 b	3/6	2	1. Mon.	24,3	3,90	529	35,9
242	3/1	1	7. Mon.	15,4	2,95	29	0,8
242 a	3/5	1	11. Mon.	7,7	5,75	1038	29,1
247	3/0	1	6. Mon.	11,0	3,20	24	0,8
250	2/9	1	5. Mon.	15,4	4,00	9	0,5
250 a	3/0	1	8. Mon.	12,2	4,30	389	1,5
254	2/7	1	3. Mon.	15,4	4,60	27	3,0
254 a	2/11	1	7. Mon.	12,6	4,50	567	13,5
254 b	3/1	1	9. Mon.	11,9	4,50	703	15,8
259	2/5	1	1. Mon.	18,2	5,30	6	0,8

Tabelle 2.6

Betrieb: Bayr. Landesanstalt f. Tierzucht, Grub Rasse: Dtsch. Fleckvieh
 Tage der Probennahme: 30.3.1981 a: 21.7.1981 b: 9.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ Plasma Milch
259 a	2/9	1	4. Mon.	17,6	4,40	521 21,4
259 b	2/11	1	6. Mon.	15,9	4,20	589 21,7
892	10/3	8	3. Mon.	22,3	4,50	987 37,9
892 b	10/5	9	4. Mon.	20,6	3,80	1001 28,4
29 a	7/4	5	3. Mon.	26,3	3,15	508 13,8
29 b	7/6	5	5. Mon.	20,3	4,55	508 18,7
44 a	7/7	5	4. Mon.	21,3	4,20	631 17,8
44 b	7/9	5	5. Mon.	18,2	3,60	740 16,4
204 a	4/0	2	4. Mon.	24,1	4,05	888 31,1
205 a	3/7	2	4. Mon.	18,1	4,10	811 24,3
205 b	3/9	2	6. Mon.	15,8	4,40	838 24,7
214 a	4/2	3	2. Mon.	22,8	3,60	614 15,4

Tabelle 2.7

Betrieb: Bayr. Landesanstalt f. Tierzucht, Grub Rasse: Dtsch. Fleckvieh
 Tage der Probennahme: 30.3.1981 a: 21.7.1981 b: 9.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Plasma}}$	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Milch}}$
214 b	4/3	2	5. Mon.	16,4	5,20	628	21,7
266 a	2/8	1	3. Mon.	14,1	2,50	724	18,0
266 b	2/10	1	4. Mon.	10,5	4,90	600	28,0
267 a	2/7	1	2. Mon.	13,9	4,20	304	15,6
267 b	2/8	1	4. Mon.	11,3	3,80	336	11,6
279 b	2/7	1	1. Mon.	16,2	4,30	539	31,9

Tabelle 3.1

Betrieb: Spitalhof, Kempten

Rasse: Dtsch. Braunvieh

Tage der Probennahme: 7.4.1981

a: 14.7.1981

b: 14.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
161	6/3	4	6. Mon.	20,3	4,70	362	9,2
161 a	6/6	4	9. Mon.	13,1	4,10	1010	28,0
161 b	6/8	4	11. Mon.	10,2	5,05	1144	37,4
156	7/0	4	7. Mon.	18,9	5,00	421	13,8
156 a	7/3	4	10. Mon.	8,2	5,15	1283	55,0
70	4/3	2	5. Mon.	18,5	3,00	496	7,4
70 a	4/6	2	9. Mon.	8,3	5,00	1773	33,8
77	4/2	2	4. Mon.	20,2	6,70	641	24,0
77 a	4/5	2	7. Mon.	16,6	4,80	1817	49,7
77 b	4/7	2	9. Mon.	13,6	3,30	2120	34,9
186	3/5	2	1. Mon.	22,6	5,85	305	15,1
186 a	3/8	2	4. Mon.	13,1	5,15	1471	28,2

Tabelle 3.2

Betrieb: Spitalhof, Kempten				Rasse: Dtsch. Braunvieh			
Tage der Probennahme: 7.4.1981				a: 14.7.1981	b: 14.9.1981		
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ <u>Plasma</u>	<u>Milch</u>
186 b	3/10	2	6. Mon.	14,4	4,70	1609	24,6
48	8/0	5	8. Mon.	10,1	4,30	329	10,4
48 a	8/3	5	11. Mon.	10,6	5,60	1341	54,4
48 b	8/5	5	13. Mon.	7,3	4,20	1191	43,3
82	3/5	1	6. Mon.	10,0	5,05	364	13,1
265	3/2	1	7. Mon.	18,5	3,65	382	9,2
265 a	3/5	1	9. Mon.	15,6	3,75	1496	21,1
87	2/6	1	2. Mon.	17,9	4,70	208	5,9
87 a	2/9	1	5. Mon.	15,1	3,65	1381	25,1
87 b	2/11	1	7. Mon.	14,3	4,10	1231	14,4
242	7/5	5	6. Mon.	15,2	4,10	100	8,4
141	8/8	6	6. Mon.	25,2	4,40	244	9,3

Tabelle 3.3

Betrieb: Spitalhof, Kempten

Rasse: Dtsch. Braunvieh

Tage der Probennahme: 7.4.1981

a: 14.7.1981

b: 14.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
141 a	8/11	6	9. Mon.	17,0	2,95	890	19,1
46	8/3	5	11. Mon.	8,0	4,00	176	9,4
46 b	8/8	6	1. Mon.	23,2	5,10	482	27,5
85	2/8	1	4. Mon.	14,2	3,40	305	5,2
85 a	2/10	1	7. Mon.	11,7	5,20	1296	21,7
85 b	3/0	1	9. Mon.	11,1	4,20	1467	25,1
69	4/5	2	6. Mon.	13,8	3,50	314	8,4
69 a	4/8	2	8. Mon.	10,6	3,80	1221	30,7
248	6/7	4	5. Mon.	25,5	4,85	333	6,3
248 a	6/10	4	9. Mon.	20,7	4,05	1036	11,3
248 b	7/0	4	11. Mon.	14,0	7,00	893	18,6
163	6/5	4	6. Mon.	13,1	4,30	223	12,2

Tabelle 3.4

Betrieb: Spitalhof, Kempten				Rasse: Dtsch. Braunvieh		
Tage der Probennahme: 7.4.1981				a: 14.7.1981	b: 14.9.1981	
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, μ g/100 ml $\frac{\text{Plasma}}{\text{Milch}}$
59	7/2	4	1. Mon.	25,9	4,85	269
59 a	7/5	4	4. Mon.	20,9	4,70	1205
59 b	7/7	4	6. Mon.	18,6	3,90	1334
53	7/1	4	5. Mon.	16,2	4,15	418
52	7/0	4	3. Mon.	23,3	4,35	240
180	5/0	3	6. Mon.	21,2	4,25	337
180 a	5/3	3	9. Mon.	18,3	3,80	1279
83	2/11	1	5. Mon.	13,7	4,10	292
183	4/2	2	8. Mon.	13,6	4,75	487
183 a	4/5	2	11. Mon.	11,0	4,80	2260
183 b	4/7	2	13. Mon.	8,4	3,90	1747
45	8/1	6	5. Mon.	16,9	3,00	256
						13,6
						41,0
						32,8
						8,4
						8,8
						8,5
						22,4
						9,0
						11,6
						38,3
						31,6
						5,4

Tabelle 3.5

Betrieb: Spitalhof, Kempten				Rasse: Dtsch. Braunvieh		
Tage der Probennahme: 7.4.1981				a: 14.7.1981	b: 14.9.1981	
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ <u>Plasma</u> <u>Milch</u>
45 a	8/4	6	8. Mon.	13,0	3,85	1125 33,2
45 b	8/6	6	10. Mon.	11,2	3,40	1081 30,0
81	3/2	1	8. Mon.	14,9	3,90	247 6,7
81 a	3/6	1	11. Mon.	13,1	3,55	985 20,7
81 b	3/8	1	13. Mon.	10,2	4,70	1026 25,1
58	6/9	4	2. Mon.	22,3	4,20	321 10,4
58 a	7/0	4	5. Mon.	18,6	4,10	1418 29,7
58 b	7/2	4	7. Mon.	18,4	4,35	1444 37,2
33	9/7	6	6. Mon.	19,1	3,10	240 4,7
33 a	9/10	6	9. Mon.	14,0	3,65	1108 23,8
33 b	10/0	6	11. Mon.	12,2	3,95	1105 25,8
68	4/1	3	7. Mon.	11,4	4,50	370 14,7

Tabelle 3.6

Betrieb: Spitalhof, Kempten				Rasse: Dtsch. Braunvieh		
Tage der Probennahme: 7.4.1981				a: 14.7.1981	b: 14.9.1981	
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Plasma}} \quad \frac{\text{Milch}}{\text{Milch}}$
67	4/9	2	11. Mon.	11,4	4,10	386
67 a	5/1	2	14. Mon.	10,4	4,55	1280
65	4/8	2	10. Mon.	7,4	5,30	280
65 a	4/11	3	2. Mon.	18,6	5,60	875
65 b	5/1	3	4. Mon.	16,5	3,30	1284
262	3/7	2	4. Mon.	16,7	4,50	420
262 a	3/11	2	7. Mon.	12,7	3,75	1682
79	3/3	1	9. Mon.	12,8	5,70	248
79 b	3/8	2	2. Mon.	20,4	5,20	1028
86	3/2	1	3. Mon.	17,8	5,00	311
86 a	3/5	1	7. Mon.	15,6	4,45	1287
86 b	3/7	1	9. Mon.	14,4	4,80	1451
						10,6
						37,3
						13,7
						41,8
						25,2
						8,0
						21,0
						8,8
						34,4
						7,9
						13,6
						30,7

Tabelle 3.7

Betrieb: Spitalhof, Kempten				Rasse: Dtsch. Braunvieh		
Tage der Probennahme: 7.4.1981				a: 14.7.1981	b: 14.9.1981	
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, μ g/100 ml <u>Plasma</u> <u>Milch</u>
259	3/10	2	2. Mon.	20,2	4,00	326 8,4
259 a	4/2	2	6. Mon.	17,1	3,40	1551 29,6
259 b	4/4	2	8. Mon.	15,4	4,60	1648 39,2
230	9/6	6	7. Mon.	20,5	2,90	212 5,8
230 a	9/9	6	11. Mon.	14,4	4,20	662 35,3
230 b	9/11	6	13. Mon.	8,9	3,50	712 35,8
219	10/4	8	1. Mon.	9,9	3,90	166 13,9
245 a	7/5	5	4. Mon.	18,3	3,65	759 27,6
245 b	7/7	5	6. Mon.	16,8	3,00	848 21,2
181 a	5/6	3	7. Mon.	15,1	2,70	1064 18,2
181 b	5/8	3	9. Mon.	12,8	5,60	1301 46,5
182 a	5/6	3	7. Mon.	17,8	5,55	1601 35,7

Tabelle 3.8

Betrieb: Spitalhof, Kempten				Rasse: Dtsch. Braunvieh		
Tage der Probennahme: 7.4.1981				a: 14.7.1981	b: 14.9.1981	
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ <u>Plasma</u> <u>Milch</u>
182 b	5/8	3	9. Mon.	16,0	4,50	1560 26,9
36 a	9/5	6	3. Mon.	25,1	3,20	1006 19,8
36 b	9/7	6	5. Mon.	17,2	5,10	939 27,1
88 a	2/11	1	4. Mon.	17,4	3,15	1457 21,9
88 b	3/1	1	6. Mon.	15,7	3,70	1305 28,3
263 a	3/8	2	3. Mon.	25,4	5,40	1594 37,9
263 b	3/10	2	5. Mon.	22,5	4,70	1707 30,4
224 a	9/6	7	3. Mon.	20,6	3,60	830 13,8
224 b	9/8	7	5. Mon.	16,8	6,65	916 22,2
90 a	2/6	1	2. Mon.	14,4	3,80	1255 25,4
90 b	2/8	1	4. Mon.	13,8	3,10	2059 27,7
61 a	6/2	4	2. Mon.	18,9	3,10	613 13,5

Tabelle 3.9

Betrieb: Spitalhof, Kempten				Rasse: Dtsch. Braunvieh		
Tage der Probennahme: 7.4.1981				a: 14.7.1981	b: 14.9.1981	
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ PlasmaMilch
169 a	6/1	4	5. Mon.	22,7	3,20	146519,9
169 b	6/3	4	7. Mon.	17,2	4,90	149828,3
173 a	5/8	3	5. Mon.	16,7	3,75	66119,5
173 b	5/10	3	7. Mon.	15,7	4,80	86127,7
193 a	2/8	1	8. Mon.	11,7	5,50	122133,2
194 b	2/8	1	1. Mon.	13,3	3,80	89834,9
270 b	2/11	1	9. Mon.	10,1	4,40	81828,6
179 b	5/5	3	10. Mon.	20,7	5,20	143429,3
92 b	2/8	1	1. Mon.	15,3	4,40	85531,3
91 b	2/9	1	2. Mon.	16,4	3,65	126423,3
93 b	2/4	1	1. Mon.	14,0	3,50	61334,7
64 b	5/6	3	5. Mon.	20,9	3,60	89325,6
78 b	4/0	2	6. Mon.	16,6	3,80	181313,1

Tabelle 4.1

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DFV x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\frac{\mu\text{g}}{\text{Plasma}}$	β -Carotin, $\frac{\mu\text{g}}{100 \text{ ml Milch}}$
363	3/5	1	10. Mon.	21,5	4,15	343	6,2
168*)	6/2	4	5. Mon.	31,8	3,40	571	7,4
168 a	6/7	4	10. Mon.	18,9	2,45	1541	16,3
383	3/1	1	5. Mon.	20,5	4,20	354	8,3
383 a	3/6	1	10. Mon.	15,9	2,80	1021	20,8
172	6/1	4	2. Mon.	34,9	3,15	590	8,4
172 a	6/6	4	7. Mon.	25,2	2,70	1503	23,8
233	5/3	3	2. Mon.	32,4	4,25	337	7,6
233 a	5/8	3	7. Mon.	26,9	2,80	1043	16,6
32	8/1	6	7. Mon.	15,5	2,95	272	6,1
272	7/6	5	5. Mon.	33,0	4,55	436	13,0
272 a	7/11	5	10. Mon.	18,9	2,50	1136	24,5

*) DRB x RHF

Tabelle 4.2

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DVF x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, Plasma	μ g/100 ml Milch
332	4/0	2	7. Mon.	13,1	4,00	266	6,3
332 a	4/5	3	1. Mon.	36,0	2,45	591	10,9
166*)	6/3	4	2. Mon.	36,4	4,60	278	6,8
166 a	6/8	4	7. Mon.	31,4	3,00	874	15,0
321*)	4/1	2	4. Mon.	28,4	3,45	329	8,4
371	3/4	1	5. Mon.	26,4	3,90	370	6,8
371 a	3/9	1	10. Mon.	20,4	3,20	1580	17,2
432	2/6	1	1. Mon.	17,2	4,30	120	16,3
401	2/11	1	5. Mon.	21,0	3,60	224	4,9
401 a	3/4	1	10. Mon.	18,9	3,00	754	10,1
217	5/5	4	1. Mon.	24,1	3,85	108	12,2
217 a	5/10	4	6. Mon.	23,2	3,10	743	18,0

*) DRB x RHF

Tabelle 4.3

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DFV x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
309	4/4	2	5. Mon.	27,1	4,75	247	8,7
309 a	4/8	2	10. Mon.	14,9	4,10	863	27,5
389	3/0	1	5. Mon.	20,5	4,00	295	5,0
389 a	3/5	1	10. Mon.	18,6	3,95	954	15,3
402	2/11	1	5. Mon.	18,7	3,05	193	4,0
402 a	3/4	1	9. Mon.	9,9	2,50	736	16,2
239	5/1	3	5. Mon.	25,6	4,10	332	7,6
239 a	5/6	3	10. Mon.	9,4	3,20	989	23,6
378	3/2	1	5. Mon.	23,5	3,70	333	8,8
378 a	3/7	1	9. Mon.	25,0	2,40	784	14,5
367*)	3/4	1	6. Mon.	26,3	3,30	388	5,8
367 a	3/9	1	12. Mon.	15,8	3,50	1066	18,3

*) DBV x RHF

Tabelle 4.4

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DFV x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Plasma}}$	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Milch}}$
312 ^{*)}	4/3	2	2. Mon.	33,2	3,00	434	6,2
312 a	4/8	2	7. Mon.	20,6	2,60	1236	14,2
408	2/10	1	5. Mon.	18,3	3,90	264	4,9
408 a	3/2	1	10. Mon.	11,4	3,90	1026	17,9
399	2/11	1	5. Mon.	22,1	4,35	163	4,9
399 a	3/4	1	9. Mon.	17,1	3,10	604	8,2
372	3/4	1	5. Mon.	18,7	4,80	348	9,7
372 a	3/8	1	10. Mon.	9,6	3,50	1337	28,5
368	3/4	1	1. Mon.	13,4	3,50	110	16,3
368 a	3/9	1	6. Mon.	14,9	2,40	461	10,9
94 ^{**) 94}	7/1	5	5. Mon.	22,0	4,00	617	16,6
95	8/9	7	5. Mon.	25,9	3,50	242	9,2

*) DRD x RHF

**) DBV x RHF

Tabelle 4.5

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DFV x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
95 a	9/2	7	10. Mon.	21,7	3,60	386	16,1
398	2/11	1	5. Mon.	27,9	3,50	351	7,9
398 a	3/4	1	10. Mon.	17,4	3,10	1048	18,9
353*)	3/9	1	6. Mon.	21,2	4,90	263	10,7
353 a	4/2	1	10. Mon.	17,5	3,80	1000	30,9
407	2/10	1	1. Mon.	23,1	4,40	203	14,5
407 a	3/3	1	6. Mon.	23,2	1,80	900	10,0
226	8/2	6	8. Mon.	24,1	3,70	270	6,1
162	6/4	4	3. Mon.	32,6	3,50	221	7,1
162 a	6/9	4	8. Mon.	20,9	2,90	626	18,3
294	7/2	5	2. Mon.	29,6	3,90	200	5,1
294 a	7/7	5	7. Mon.	25,5	3,10	803	10,9

*) DRB x RHF

Tabelle 4.6

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DFV x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\frac{\mu\text{g}}{\text{Plasma}}$	$\frac{\mu\text{g}}{100 \text{ ml}}$ Milch
337	4/0	2	1. Mon.	26,2	4,15	85	7,7
337 a	4/5	2	6. Mon.	24,1	2,60	587	8,8
324	4/1	2	4. Mon.	25,5	4,10	375	5,0
324 a	4/6	2	9. Mon.	20,4	3,90	1267	16,9
273	7/6	6	4. Mon.	30,4	2,50	262	6,4
285 *)	4/7	3	3. Mon.	28,8	3,70	183	3,0
323	4/1	2	2. Mon.	27,8	3,30	331	9,6
323 a	4/6	2	7. Mon.	19,4	3,10	1014	21,9
223 *)	5/4	4	1. Mon.	31,5	4,80	195	7,4
333	4/0	2	9. Mon.	13,6	4,30	154	4,0
333 a	4/5	3	2. Mon.	38,9	2,80	734	13,4
193	7/0	5	4. Mon.	25,9	3,80	184	6,8

*) DRB x RHF

Tabelle 4.7

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DFV x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, Plasma	$\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ Milch
193 a	7/5	5	9. Mon.	14,6	3,10	814	24,3
330	4/1	2	2. Mon.	38,1	3,55	295	4,2
330 a	4/6	2	7. Mon.	16,6	2,30	450	10,1
249	7/9	6	3. Mon.	36,1	6,70	427	12,0
249 a	8/1	6	8. Mon.	12,9	1,90	745	13,8
124	6/11	4	10. Mon.	13,0	4,00	271	11,5
180	6/1	3	4. Mon.	23,7	4,30	396	9,5
180a	6/6	3	9. Mon.	12,0	3,20	1067	26,3
352	3/9	2	1. Mon.	23,3	4,60	170	6,2
352 a	4/2	2	6. Mon.	19,2	3,10	875	14,7
157 ^{*)}	6/5	4	4. Mon.	28,6	4,70	441	11,4
157 a	6/10	4	9. Mon.	11,1	3,05	1208	32,7

*) DRB x RHF

Tabelle 4.8

Betrieb: Hübschenried, Ammersee				Rasse: DFV x RHF			
Tage der Probennahme: 9.4.1981				a: 4.9.1981			
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, Plasma	μ g/100 ml Milch
346*)	3/11	2	4. Mon.	17,9	5,10	444	7,1
346 a	4/4	2	8. Mon.	8,5	3,20	1118	19,4
315	4/3	2	7. Mon.	24,1	4,80	304	5,8
315 a	4/8	2	12. Mon.	17,0	3,30	1119	20,0
316	4/3	2	2. Mon.	38,1	4,35	300	4,5
316 a	4/8	2	7. Mon.	24,9	3,50	750	10,8
322	4/1	2	4. Mon.	18,6	4,65	390	8,2
322 a	4/6	2	9. Mon.	14,1	3,40	1269	22,6
392	3/0	1	5. Mon.	22,5	4,15	359	8,9
392 a	3/5	1	10. Mon.	9,3	4,70	1242	42,5
209	8/1	6	5. Mon.	29,3	3,10	211	8,3
209 a	8/6	6	9. Mon.	10,8	1,30	777	12,6

*) DRB x RHF

Tabelle 4.9

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DFV x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
47	7/11	4	11. Mon.	14,3	4,50	123	8,5
121	6/11	4	2. Mon.	31,6	5,20	487	13,4
121 a	7/4	4	7. Mon.	17,3	3,00	1061	26,9
348	3/10	1	14. Mon.	12,4	3,20	403	3,0
348 a	4/3	2	4. Mon.	26,9	2,15	899	7,6
369	3/4	1	7. Mon.	23,0	4,20	139	3,0
369 a	3/9	1	11. Mon.	21,3	3,30	643	12,7
232 a ^{*)}	5/8	4	4. Mon.	25,0	2,80	693	11,3
314 a ^{*)}	4/8	3	4. Mon.	27,3	3,40	1192	21,1
451 a	7/6	5	8. Mon.	20,1	3,00	995	26,4
207 a	6/1	4	5. Mon.	15,5	3,60	1057	18,7
164 a	6/8	4	5. Mon.	30,8	2,80	573	11,8

*) DRB x RHF

Tabelle 4.10

Betrieb: Hübschenried, Ammersee

Rasse: DFV x RHF

Tage der Probennahme: 9.4.1981 a: 4.9.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
382 a	3/6	2	2. Mon.	24,0	1,90	440	6,8
440 a	2/9	1	3. Mon.	25,3	0,80	944	9,1
503 a	1/10	1	2. Mon.	17,7	1,10	486	5,1

Tabelle 5.1

Betrieb: Wildschwaige, Hallberg-Moos				Rasse: Dtsch. Schwarzbunte		
Tage der Probennahme: 14.4.1981				a: 12.8.1981		
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Plasma}}$ / $\frac{\text{Milch}}{\text{Milch}}$
218	5/3	3	5. Mon.	32,6	5,30	347 8,8
219	3/4	1	8. Mon.	15,3	4,10	199 5,7
220	4/2	2	4. Mon.	28,7	4,30	324 4,8
220 a	4/5	2	8. Mon.	18,9	4,05	1163 19,3
223	2/10	1	4. Mon.	23,5	4,20	327 3,8
223 a	3/2	1	8. Mon.	20,4	3,90	939 1,5
225	4/5	2	6. Mon.	25,1	3,90	211 6,7
225 a	4/9	2	10. Mon.	19,7	3,10	759 17,5
226	7/3	5	3. Mon.	22,0	4,25	255 7,7
226 a	7/7	5	7. Mon.	23,4	4,10	601 18,4
227	3/2	1	9. Mon.	19,9	5,15	233 7,2
227 a	3/6	2	1. Mon.	39,0	3,30	820 17,0

Tabelle 5.2

Betrieb: Wildschwaige, Hallberg-Moos				Rasse: Dtsch. Schwarzbunte			
Tage der Probennahme: 14.4.1981				a: 12.8.1981			
Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\frac{\mu\text{g}}{\text{Plasma}}$	$\frac{\mu\text{g}}{100 \text{ ml}}$ Milch
228	7/7	6	3. Mon.	41,0	3,85	140	3,0
228 a	7/11	6	7. Mon.	20,6	3,50	833	13,2
232	7/9	4	12. Mon.	15,8	3,75	201	4,7
232 a	8/1	4	16. Mon.	12,6	2,70	572	14,2
233	6/1	4	2. Mon.	19,2	7,00	187	9,4
233 a	6/5	4	6. Mon.	31,0	4,00	899	19,9
234	5/4	3	5. Mon.	32,0	3,90	178	4,9
234 a	5/8	3	8. Mon.	28,5	3,60	839	23,6
235	4/2	2	7. Mon.	23,4	4,00	235	7,4
235 a	4/6	2	11. Mon.	13,9	4,20	729	27,9
236	3/3	1	5. Mon.	17,1	4,50	160	4,6
236 a	3/7	1	9. Mon.	12,9	4,85	529	1,2

Tabelle 5.3

Betrieb: Wildschwaige, Hallberg-Moos

Rasse: Dtsch. Schwarzbunte

Tage der Probennahme: 14.4.1981 a: 12.8.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Plasma}}$	$\frac{\beta\text{-Carotin, } \mu\text{g/100 ml}}{\text{Milch}}$
237	3/1	1	4. Mon.	25,3	4,40	303	6,3
237 a	3/5	1	8. Mon.	20,3	3,50	1089	16,5
240	2/10	1	4. Mon.	22,3	4,30	254	4,9
242	3/5	1	7. Mon.	15,9	3,20	106	2,2
242 a	3/9	1	11. Mon.	21,6	3,70	648	11,8
243	3/4	1	8. Mon.	11,2	3,90	181	6,4
385 a	5/5	4	3. Mon.	43,6	3,25	1086	19,2
386 a	6/3	4	3. Mon.	29,6	3,45	1027	22,4
388 a	3/8	2	3. Mon.	17,8	4,30	613	17,3
390 a	5/7	3	5. Mon.	32,0	3,00	577	17,9
395 a	4/7	2	3. Mon.	27,3	3,25	740	17,3
404 a	7/11	6	1. Mon.	29,0	3,65	660	17,8

Tabelle 5.4

Betrieb: Wildschwaige, Hallberg-Moos Rasse: Dtsch. Schwarzbunte
 Tage der Probennahme: 14.4.1981 a: 12.8.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
410 a	5/5	4	4. Mon.	38,0	3,35	841	16,3
411 a	5/1	3	3. Mon.	35,7	3,65	1197	22,6
419 a	8/11	6	3. Mon.	37,8	4,80	772	30,0
420 a	5/1	3	4. Mon.	19,9	3,50	498	12,6
421 a	5/6	4	3. Mon.	31,7	3,75	846	24,0
215*)	7/10	6	2. Mon.	35,4	4,35	186	6,7
215 a	8/2	6	6. Mon.	26,6	4,10	721	12,3
217	8/0	6	3. Mon.	29,2	5,00	247	8,0
217 a	8/4	6	7. Mon.	17,0	4,40	494	19,4
222	10/0	8	7. Mon.	21,0	4,25	188	6,5
222 a	10/4	8	11. Mon.	15,1	4,90	696	32,0

*) ab 215 siehe Tabelle 5.6

Tabelle 5.5

Betrieb: Wildschwaige, Hallberg-Moos

Rasse: siehe Tab. 5.6

Tage der Probennahme: 14.4.1981 a: 12.8.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
224	8/2	6	3. Mon.	25,2	4,00	246	6,8
224 a	8/6	6	7. Mon.	15,4	4,00	728	24,3
229	5/4	4	1. Mon.	25,0	5,30	81	6,2
229 a	5/7	4	5. Mon.	24,1	3,70	650	19,7
231	4/10	2	1. Mon.	24,0	4,40	152	5,8
231 a	5/2	2	4. Mon.	12,9	4,70	615	21,6
238	3/10	2	1. Mon.	28,8	6,30	108	11,2
238 a	4/2	2	5. Mon.	25,5	4,30	423	19,1
239	4/6	2	9. Mon.	17,4	5,00	153	5,5
239 a	4/10	2	1. Mon.	12,6	5,40	861	25,3
241	3/4	1	6. Mon.	15,9	4,10	206	6,2
244	4/4	2	4. Mon.	8,4	4,50	162	8,3

Tabelle 5.6

Betrieb: Wildschwaige, Hallberg-Moos

Rasse: siehe unten

Tage der Probennahme: 14.4.1981 a: 12.8.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, Plasma $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ Milch
244 a	4/8	2	8. Mon.	8,1	3,90	479
245	3/5	2	4. Mon.	15,5	4,70	123
245 a	3/9	2	8. Mon.	6,8	5,15	69
246	3/6	2	6. Mon.	10,2	3,10	136
246 a	3/10	2	10. Mon.	7,6	4,15	557
247	2/7	1	5. Mon.	12,4	4,40	148
248	4/6	2	1. Mon.	37,0	3,70	106
248 a	4/10	2	5. Mon.	30,6	2,90	562
402 a	8/4	6	2. Mon.	26,9	3,95	806
215:	DSB x DSB/HF	222, 224:	HF x DSB	239, 244:	DSB x PI	
217:	DRF x HF/DSB	229, 231, 238:	DRB	241:	DBV x PI	
245, 247:	Char x DBV/DSB	248:	DBV x DFV	402:	DFV x DFV/DSB	

Tabelle 6.1

Betrieb: Veitshof, Freising

Rasse: *) Dtsch. Braunvieh

Tage der Probennahme: 22.4.1981

a: 27.8.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
275	3/6	1	7. Mon.	22,3	3,60	202	2,3
275 a	3/10	1	11. Mon.	16,0	4,10	906	10,6
276	3/0	1	6. Mon.	17,0	4,10	183	2,9
276 a	3/4	1	10. Mon.	16,0	4,00	494	13,8
277	4/5	2	9. Mon.	11,0	3,85	90	3,6
277 a	4/10	3	2. Mon.	31,0	2,90	436	9,5
278 **)	4/9	3	4. Mon.	29,4	3,60	142	3,5
279	4/0	2	5. Mon.	22,2	3,60	278	3,1
279 a	4/5	2	9. Mon.	20,4	4,20	513	12,5
281	3/1	1	8. Mon.	18,0	3,80	194	2,6
281 a	3/5	1	12. Mon.	17,4	3,50	544	15,5
282	2/11	1	4. Mon.	19,4	5,20	171	6,3

*) teilweise "Brown Swiss" eingekreuzt **) DFV

Tabelle 6.3

Betrieb: Veitshof, Freising
 Tage der Probennahme: 22.4.1981 a: 27.8.1981
 Rasse: *) Dtsch. Braunvieh

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, Plasma $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	Milch $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$
290 a	4/10	1	15. Mon.	14,7	3,60	617	21,2
291	6/9	4	5. Mon.	20,1	2,85	122	3,2
291 a	7/1	4	9. Mon.	11,4	3,35	489	19,8
292	7/3	4	12. Mon.	32,2	2,85	53	3,5
292 a	7/7	5	5. Mon.	22,5	3,85	395	6,7
293	5/5	3	9. Mon.	16,9	3,35	127	4,0
293 a	5/9	4	2. Mon.	31,7	3,80	575	19,4
294	2/10	1	2. Mon.	22,7	3,60	123	2,6
294 a	3/2	1	6. Mon.	19,3	3,50	505	7,4
295	7/0	4	4. Mon.	23,5	3,30	218	4,0
295 a	7/5	4	8. Mon.	13,9	3,60	796	28,2
296	8/11	6	2. Mon.	31,2	2,40	142	2,8

*) teilweise "Brown Swiss" eingekreuzt

Tabelle 6.4

Betrieb: Veitshof, Freising

Rasse: *) Dtsch. Braunvieh

Tage der Probennahme: 22.4.1981 a: 27.8.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
296 a	9/3	6	6. Mon.	20,5	3,60	408	11,6
297	2/11	1	4. Mon.	28,8	3,35	297	2,9
297 a	3/3	1	9. Mon.	22,8	3,75	798	14,0
298	3/8	2	3. Mon.	19,5	4,40	259	3,8
298 a	4/0	2	7. Mon.	17,8	3,50	737	13,1
299	3/0	1	3. Mon.	23,9	2,75	390	4,5
299 a	3/4	1	7. Mon.	19,6	3,30	762	11,9
300	10/10	6	8. Mon.	22,0	4,85	91	4,8
301	3/1	1	3. Mon.	22,0	3,35	344	3,7
301 a	3/5	1	7. Mon.	19,0	4,30	1093	18,2
302	8/4	6	3. Mon.	29,4	3,15	170	3,6
302 a	8/9	6	7. Mon.	18,8	3,65	605	20,1

*) teilweise "Brown Swiss" eingekreuzt

Tabelle 6.5

Betrieb: Veitshof, Freising

Rasse: *) Dtsch. Braunvieh

Tage der Probennahme: 22.4.1981 a: 27.8.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, Plasma	$\mu\text{g}/100 \text{ ml}$ Milch
303	5/0	3	5. Mon.	25,4	3,00	146	1,4
303 a	5/4	3	9. Mon.	19,1	3,80	452	8,1
304	7/5	5	9. Mon.	13,5	4,50	218	11,2
305	7/10	6	4. Mon.	26,6	3,10	93	2,6
305 a	8/2	6	8. Mon.	10,5	3,00	464	20,1
306	4/6	2	7. Mon.	15,0	4,00	176	3,6
308	5/1	3	7. Mon.	15,5	3,85	217	3,4
309	4/2	2	5. Mon.	22,5	3,70	165	2,6
309 a	4/6	2	9. Mon.	15,2	4,20	845	22,2
310	3/0	1	2. Mon.	23,1	3,30	201	6,2
310 a	3/4	1	6. Mon.	20,4	3,10	712	15,3
311	7/2	5	7. Mon.	19,9	3,10	208	5,4

+) teilweise "Brown Swiss" eingekreuzt

Tabelle 6.6

Betrieb: Veitshof, Freising Rasse: *) Dtsch. Braunvieh
 Tage der Probennahme: 22.4.1981 a: 27.8.1981

Nr.	Alter J/M	n.te Lakt.	Lakt. stadium	Milch kg/d	Milchfett %	β -Carotin, $\mu\text{g}/100 \text{ ml}$	
						Plasma	Milch
312	3/3	1	6. Mon.	19,7	3,00	156	1,5
312 a	3/7	1	11. Mon.	18,8	4,15	518	13,3
313	5/4	3	7. Mon.	23,9	4,30	306	2,1
313 a	5/9	3	12. Mon.	18,9	4,70	840	18,3
314	6/2	5	2. Mon.	29,4	2,90	267	4,0
314 a	6/7	5	6. Mon.	22,7	4,00	978	15,9
431 a	2/8	1	1. Mon.	24,2	2,30	310	5,5
455 a	4/9	3	4. Mon.	23,4	4,00	289	11,6
280	3/3	1	9. Mon.	8,6	3,85	124	2,4
434 a	3/2	1	4. Mon.	16,6	3,00	329	7,9
449 a	2/8	1	2. Mon.	18,4	3,10	433	14,4

*) teilweise "Brown Swiss" eingekreuzt

